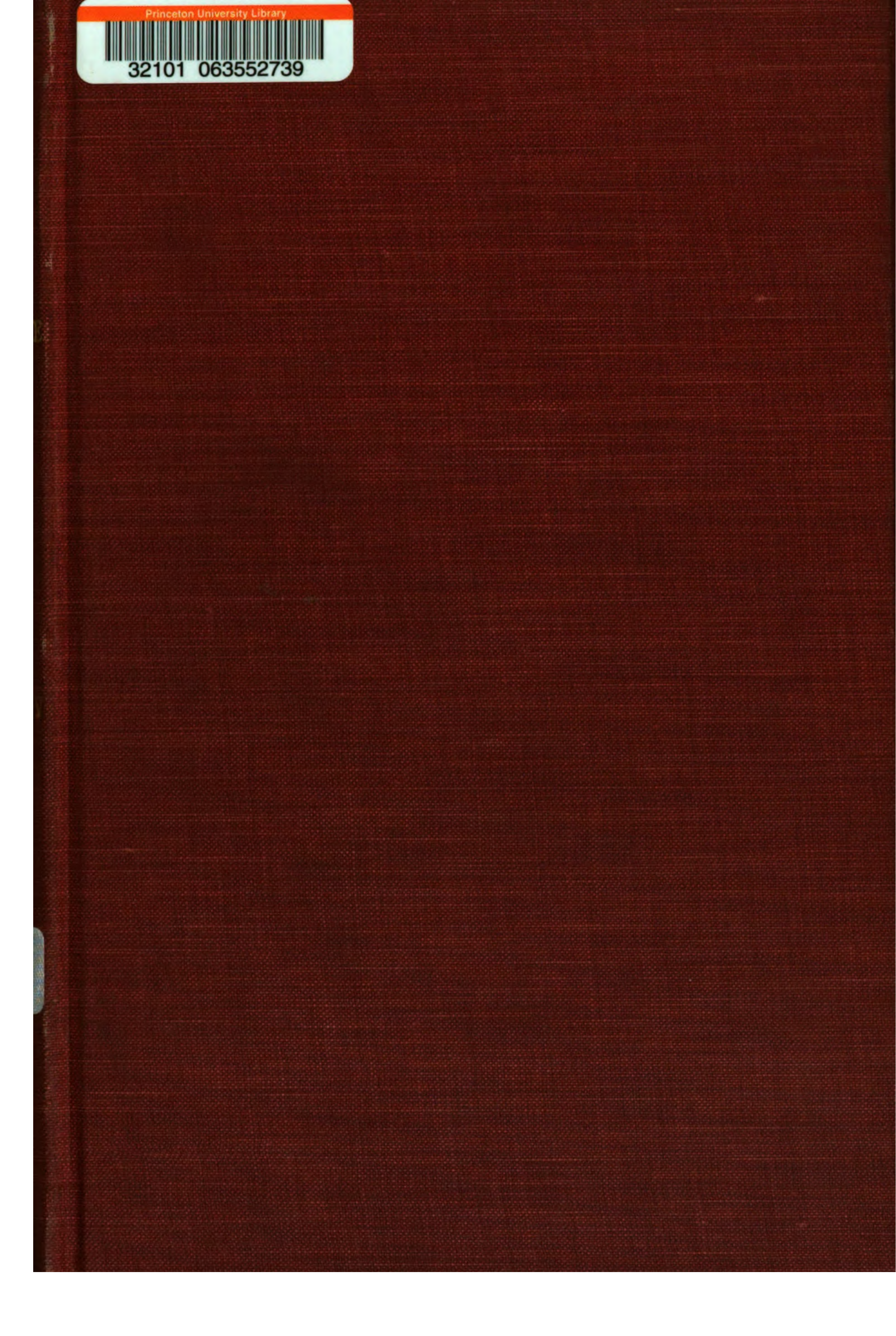




Howard C Warren
Princeton, N.J.

Bound Oct. 1910




PRINCETON UNIVERSITY LIBRARY





Zeitschrift
für
Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane
begründet von
Herm. Ebbinghaus und **Arthur König**
herausgegeben von
F. Schumann und **J. Rich. Ewald.**

I. Abteilung.

Zeitschrift für Psychologie.

In Gemeinschaft mit

S. Exner, J. v. Kries, Th. Lipps, A. Meinong,
G. E. Müller, W. A. Nagel, C. Pelman, A. v. Strümpell,
C. Stumpf, A. Tschermak, Th. Ziehen

herausgegeben von

F. Schumann.

Ergänzungsband 4.

Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen.

Von E. R. Jaensch.

Leipzig.
Verlag von Johann Ambrosius Barth.
1909.

Zur Analyse

der

Gesichtswahrnehmungen.

Experimentell-psychologische Untersuchungen

nebst

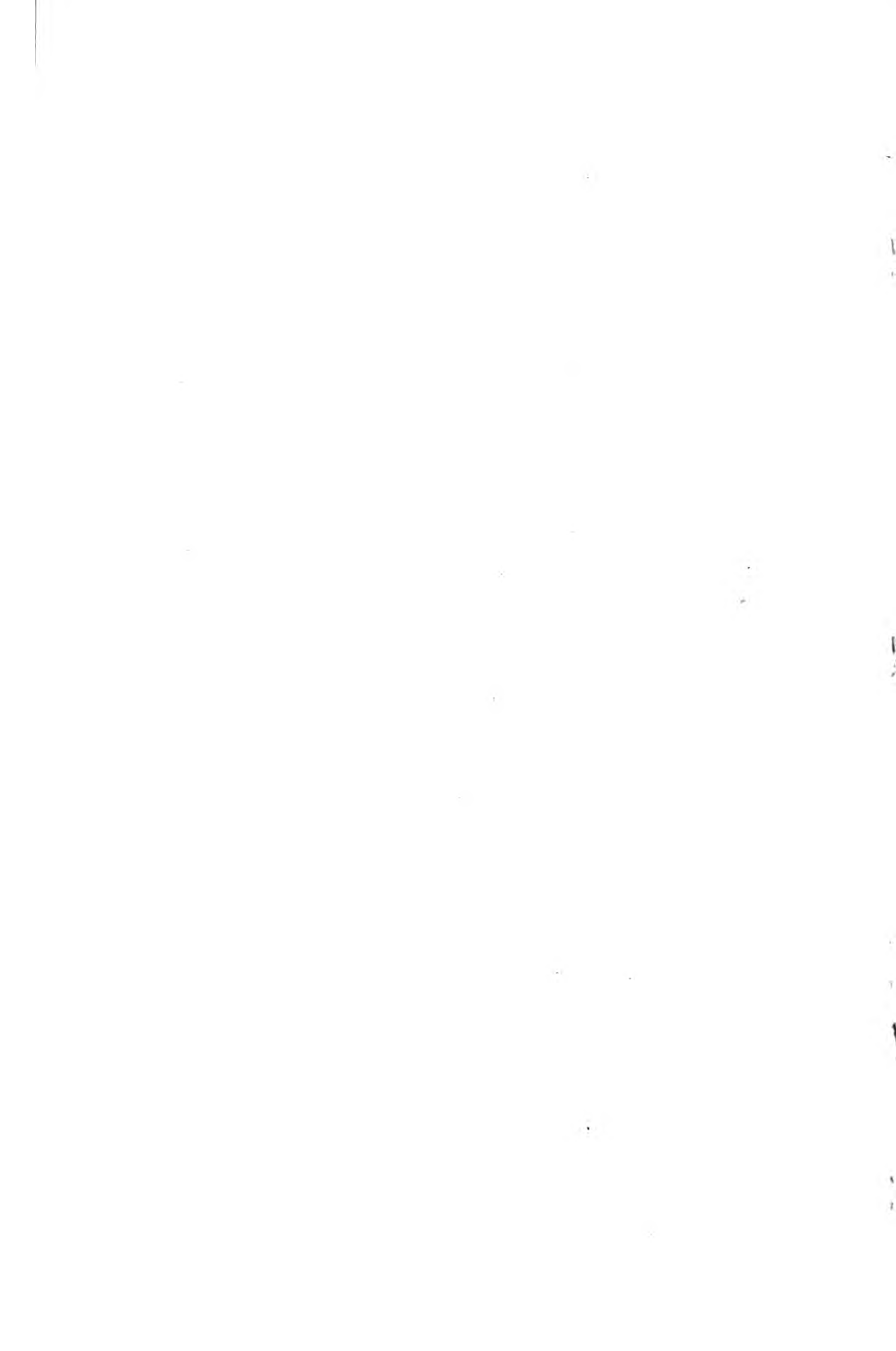
Anwendung auf die Pathologie des Sehens

von

E. R. Jaensch.



Leipzig.
Verlag von Johann Ambrosius Barth.
1909.



Seinen hochverehrten Lehrern

Herrn Professor Hermann Ebbinghaus†

und

Herrn Professor Georg Elias Müller

in tiefer Verehrung und herzlicher Dankbarkeit

gewidmet.



Vorwort.

Die vorliegende Arbeit, welche in etwas ungewöhnlichem Maſse auf medizinisches Gebiet hinübergreift, ist in psychologischer Absicht unternommen.

Wohl ist die Philosophie Hüterin der abstraktesten und allgemeinsten Aufgaben der Erkenntnis, und das Wort, der Mantel des Philosophen zeige mit dem Kleide des Priesters Verwandtschaft, wird für manche Zweige der Grundwissenschaft Berechtigung besitzen. Man kann dem rückhaltlos zustimmen und braucht trotzdem seine Augen nicht vor der Tatsache zu verschlieſsen, daſs in der Gegenwart auf den mannigfachsten Gebieten theoretische und angewandte Disziplinen, zum Vorteil der Wissenschaft selbst, in fruchtbare Wechselwirkung treten. Es liegt gleich sehr im Interesse der Theorie wie in dem der Praxis, daſs sich die experimentelle Psychologie dort, wo es die Natur ihrer Gegenstände zuläſst, jener frischen und kräftigen Bewegung anschlieſst. Durch das Ineinandergreifen von physiologischer und klinischer Forschung hat nicht nur die Physiologie mannigfache Impulse erfahren, sondern auch die klinische Wissenschaft verdankt dieser Arbeitsmethode in weiten Gebieten — es sei nur an die Lehre von den Kreislauf- und Stoffwechselstörungen erinnert — einen unerwarteten Aufschwung. Die experimentelle Psychologie ist zweifellos berufen, für Psychiatrie und Neurologie, wahrscheinlich noch für eine Reihe weiterer praktischer Disziplinen, Ähnliches zu leisten. Sie braucht hier um so weniger abseits zu stehen, als ihr von medizinischer Seite ein freundliches Entgegenkommen bezeigt wird.

Wie zwingend die sachliche Nötigung zum Ineinandergreifen von Psychologie und Pathologie ist, dafür liefert die Lehre von den Sehstörungen ein sprechendes Beispiel. Wenn man es unternimmt, Sehstörungen zu deuten, oder gar auf die Deutung hirn-

physiologische Schlüsse zu gründen, wenn man also untersucht, worin die Abweichung von der normalen Funktion besteht, so darf man nicht verabsäumen, Methoden aufzusuchen, welche geeignet sind, die unerläfslichen Vorfragen zu beantworten, d. h. Methoden, die über den normalen Ablauf des zentralen Sehaktes Aufschlufs geben. Zahlreiche Paradoxien jenes Zweiges der Pathologie, welche zur Aufstellung einander widerstreitender Theorien und zur Spaltung der Ansichten geführt haben, finden dann in einfacher Weise weitgehende Aufklärung. Eine unmittelbar praktische Bedeutung besitzt das richtige Verständnis der Sehstörungen besonders wegen der so wichtigen und vielumstrittenen Simulationsfragen. Auch die anatomisch-physiologischen Untersuchungen, welche sich mit der Funktion der Sehsphäre beschäftigen, bedürfen — zu diesem Urteil nötigen mich die Ergebnisse der Arbeit — als Unterbau einer rein den wirklichen Tatsachen zugewandten Untersuchung des Sehaktes, welche zunächst von allen anatomisch-physiologischen Hypothesen absieht.

Mich selbst leiteten nicht die Gesichtspunkte der Praxis, sondern die rein theoretischen Interessen des Psychologen, im Grunde diejenigen der Philosophie. In Deutschland hat sich die Psychologie fast ausschliefslich in Laboratorien entwickelt, in Frankreich ist sie vorwiegend in Kliniken, oder wenigstens auf Grund klinischen Materials erwachsen. Zu den zahlreichen Möglichkeiten des Fortschritts, welche der Psychologie offen stehen, gehört auch die Synthese dieser beiden Arbeitsmethoden. So gelingt es erst durch Heranziehung der klinischen Erscheinungen, durch ihre Verarbeitung unter unausgesetzter Fühlungnahme mit dem normalpsychologischen Experiment, die Bedeutung und Tragweite des Aubert-Foersterschen Phänomens für den zentralen Sehakt richtig einzuschätzen und damit die Aufklärungen, welche das Experiment über das Verhältnis von Aufmerksamkeit und Gesichtsempfindungen zu liefern vermag, zu erweitern und zu vertiefen. Zum Studium des zentralen Sehaktes aber, und insbesondere zu einer möglichst allseitigen und eindringenden Analyse des Aubert-Foersterschen Gesetzes, nötigten den Verfasser raumpsychologische Untersuchungen. In anderem Zusammenhang, in raumpsychologischen Arbeiten, werde ich mich an entscheidenden Stellen der experimentellen Untersuchung genötigt sehen, auf jene Gesetzmäfsigkeit zurückzugreifen. Die

Raumpsychologie hinwiederum besitzt im Kreise der philosophischen Disziplinen eine ganz eigenartige Stellung. Sie liefert denjenigen, welchen exakte Behandlung philosophischer Probleme am Herzen liegt, einen besonders geeigneten Angriffspunkt der Untersuchung. Mitten im Gebiete der Psychologie, kommt man hier gleichwohl innerhalb weiter Strecken mit Methoden aus, welche denen der exakten Naturwissenschaften an Strenge nicht erheblich nachstehen. Da nun aber am Zustandekommen der raumpsychologischen Phänomene wichtige seelische Funktionen allgemeinerer Art beteiligt sind, — es sei nur an diejenige der Aufmerksamkeit erinnert — Funktionen, welche auf anderen Gebieten einem exakten Studium weit schwerer zugänglich sind, so gewinnt die Raumpsychologie für den Psychologen eine prinzipiellere, über das ursprüngliche Gebiet hinausreichende Bedeutung. Die vorliegende Arbeit z. B. steht ganz im Dienste der Lehre von der Aufmerksamkeit, jener sehr umstrittenen Disziplin, in welcher wichtige psychologische Gegensätze und Spaltungen der Gegenwart ihren Ursprung nehmen. Prinzipielle Bedeutung besitzt die Raumpsychologie noch aus einem anderen Grunde. Seit den ältesten Tagen der Philosophie bis hinauf zu den eindringenden Bestrebungen der modernen Mathematik und Physik spielt die Frage nach dem Wesen des Raumes in der Philosophie der äufseren Natur und in der Erkenntnistheorie eine entscheidende Rolle. Philosophische Wissenschaft, soweit sie die Einzelforschung ihrer Orientierung zugrunde legt, erblickt in Psychologie einerseits, in Mathematik und Physik andererseits, zwei ihrer mächtigsten Fundamente. Beide Wege kreuzen sich in der Lehre vom Raum. Sie stellt eine Warte dar, welche einen Überblick über weite Gebiete der Wirklichkeit verheifst. Sie gestattet selbst einen Ausblick in das Nachbarland der Ideale; auch für den Künstler gibt es Probleme des Raums. —

Die primitive Beschaffenheit der Hilfsmittel, auf die ich mich anfangs angewiesen sah, nötigte zuweilen zur ausführlichen Besprechung von Fehlerquellen und zu mancherlei technischen Erörterungen, woraus sich in den experimentellen Teilen eine gewisse Schwerfälligkeit der Darstellung ergab.

Den Versuchspersonen, welche sich mir freundlichst zur Verfügung stellten, sage ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.

Die Widmung ist nur ein unzureichender Ausdruck des Dankes für die reiche Anregung und Förderung, welche ich während vierjähriger Arbeitszeit im Göttinger Institut von Herrn Professor G. E. Müller, meinem hochverehrten Lehrer, erfuhr; für das wohlwollende Interesse an den von mir unternommenen Arbeiten und die tatkräftige Förderung derselben durch Beschaffung von Hilfsmitteln. — Dem Dank gegen Hermann Ebbinghaus Ausdruck zu geben, bot sich schon andernorts schmerzlicher Anlafs. Möchte uns sein verklärtes Bild wie ein freundlicher Berater bei jedem in Zukunft zu unternehmenden Schritte zur Seite schweben!

Göttingen, Psychologisches Institut, im Juli 1909.

Inhaltsverzeichnis.

III. Abschnitt.

Einleitung.

Obwohl die vorliegende Arbeit in psychologischem Interesse unternommen ist und auf psychologische Fragen Antwort gibt, so spielen doch darin gewisse Phänomene eine nicht unerhebliche Rolle, welche auf den ersten Blick nur für die Physiologie der Sinnesorgane wichtig zu sein scheinen. Wir werden uns nämlich ziemlich eingehend mit dem Sehen der Netzhautperipherie zu befassen haben.

Die historische Entwicklung der Lehre von der Sehschärfe der Netzhautperipherie läfst auf engem Gebiete einige Charakterzüge erkennen, denen man in der Geschichte der induktiven Wissenschaften immer wieder begegnet. Die Aufdeckung einer überraschenden, den herkömmlichen Anschauungen zuwiderlaufenden Tatsache pflegt das menschliche Denken zu einer ungewöhnlich lebhaften Phantasietätigkeit anzuregen. Die neue Entdeckung wird dann oft zur Erklärung von allem Möglichen benutzt, was, wie sich später herausstellt, nur in sehr losem Zusammenhang damit steht.

Zu den Errungenschaften, die den Zeitgenossen gewaltig imponierten, gehört auch die Entdeckung des blinden Fleckes durch Mariotte. Uns Heutigen ist die Lehre von der subjektiven Natur der Sinnesempfindungen in Fleisch und Blut übergegangen. Den naiven Realisten dagegen — und das ist der Mensch von Haus aus — mufs es höchlichst überraschen, wenn bei sehendem Auge an einer Stelle im Gesichtsfeld plötzlich etwas unsichtbar wird. Mariotte wurde bekanntlich sogar an den englischen Hof berufen, um dem König und seinen Kavalieren das Wunder zu zeigen.

So tat denn auch der blinde Fleck das Merkwürdige, was viel bestaunte Erscheinungen nicht selten tun: er erklärte Dinge, die er rechtmäfsigerweise unmöglich erklären kann. Die, wie es

scheint, schon lange bekannte Tatsache,[1] dafs wir niemals soviel sehen, wie sich auf der Netzhaut nach optischen Gesetzen abbilden mufs, wurde nun allgemein unter Zuhilfenahme der MARIOTTEschen Entdeckung erklärt.[2] Dies, obwohl MARIOTTE die Stelle der Netzhaut, an welcher das Phänomen auftritt, aus anatomischen Gründen schon richtig vermutet, D. BERNOULLI diese Vermutung durch physikalische Versuche bestätigt und gleichzeitig die Gröfse des blinden Fleckes berechnet hatte,[3] wobei er freilich einen zu grofsen Wert erhielt.

Jene Ansicht widerlegte erst im Jahre 1804 TROXLER, indem er nachwies, dafs 1. die Peripherie der Netzhaut nicht eigentlich blind ist, dafs wir zwar mit ihr nicht sehen, „wenn Sehen nicht blofs ein unbestimmtes Erscheinen, sondern eine bestimmte Erkenntnifs des Sichtbaren seyn soll", aber doch das Objekt „seinen Umrissen und seinem Inhalt nach" undeutlich wahrnehmen und dafs 2. „diese Art des Verschwindens" auch dann eintritt, wenn es durch die Versuchsumstände ausgeschlossen ist, dafs das periphere Objekt in das Gebiet des MARIOTTEschen Fleckes fällt.

PURKINJE nahm dann, nachdem er die Wichtigkeit des indirekten Sehens für die Orientierung durch einen einfachen Versuch erkannt hatte, die Aufgabe einer Messung der peripheren Sehschärfe, wie es scheint als Erster, in Angriff,[4] worin er in HUECK, VOLKMANN und MARIÉ DAVY Nachfolger fand.

Es ist wiederum eine in den induktiven Wissenschaften häufige Erscheinung, dafs die wichtigsten Entdeckungen oftmals nicht durch einen Akt glänzender Intuition, sondern durch höchst anspruchsloses Probieren, durch eine scheinbar geringfügige Modifikation bereits vorliegender Versuchsanordnungen gemacht werden. AUBERT und FOERSTER[5] erstrebten gleich ihren Vor-

---

[1] Schon EUKLID soll das periphere Sehen für schwächer erklärt haben.

[2] Vgl. TROXLER, Über das Verschwinden gegebener Gegenstände innerhalb unseres Gesichtskreises. Ophthalm. Bibliothek. Jena 1804.

[3] D. BERNOULLI, Experimenta circum nervum opticum. Comment. acad. scient. Petropolit. T. I, 1728.

[4] Beiträge zur Physiologie der Sinne. 1825, II.

[5] AUBERT und FOERSTER, Über den Raumsinn der Netzhaut. Jahresber. d. schlesischen Gesellsch. 1856. — AUBERT und FOERSTER, Beiträge zur Kenntnis des indirekten Sehens. *Arch. f. Ophthalm.* 3, Abt. 2, S. 1. 1857. — AUBERT, Beiträge zur Kenntnis des indirekten Sehens. MOLESCHOTTS Untersuchungen usw. 4, S. 16, 1858. — AUBERT, Physiologie der Netzhaut, Breslau 1865, S. 237 ff. Im folgenden zit. als „I", „II", „III", „IV".

gängern im Beginn ihrer Untersuchungen nichts anderes, als die Ermittlung eines Zahlenwertes für die Sehschärfe der Netzhautperipherie. Indem sie die Versuchsanordnung gegenüber derjenigen ihrer Vorgänger um ein scheinbar geringfügiges Moment erweiterten, machten sie eine Entdeckung, welche man wohl als eine der wichtigsten auf diesem Gebiete ansprechen darf.

Die Versuchsanordnung („I", „II", „III") war im wesentlichen die folgende:

Der Beobachter blickte durch eine geschwärzte Röhre, welche fest aufgestellt war, dadurch die Stellung des Auges sicherte und dasselbe vor blendendem Seitenlicht schützte, nach einem mit Buchstaben und Zahlen bedruckten Bogen. Die ganz willkürlich durcheinandergestellten Buchstaben und Zahlen waren durch gleiche Zwischenräume voneinander getrennt. Der Bogen war auf zwei horizontale Walzen aufgerollt, so daſs der vom Beobachter gesehene Teil nach jedem Versuch schnell gewechselt werden konnte. Vor dem Bogen stand eine durch eine „kolossale" Elektrisiermaschine des Physikalischen Instituts geladene Riess'sche Flasche, welche sich von Zeit zu Zeit entlud und dadurch den Bogen auf einen Moment erhellte, während es in den Zwischenzeiten so dunkel war, daſs der Beobachter eben nur den Ort der Buchstaben, aber nicht ihre Form erkennen konnte. Der Beobachter (Aubert abwechselnd mit Foerster) gab sofort, nachdem der Funke übergesprungen war, die erkannten Zahlen oder Buchstaben an, der andere prüfte deren Richtigkeit und notierte Anzahl und Lage derselben.

Der wesentliche Fortschritt bestand in der einfachen Maſsnahme, daſs Bogen mit Buchstaben und Zahlen von verschiedener Gröſse zur Verwendung kamen, und daſs diese Bogen in verschiedenen Entfernungen vom Auge aufgestellt wurden. Insbesondere wurde der Fall untersucht, in welchem die Gröſse der Buchstaben und Zahlen, sowie diejenige ihrer gegenseitigen Abstände und der Seitenlängen der Bogen den Entfernungen proportional war, in denen die Bogen, vom Auge des Beobachters aus gemessen, aufgestellt waren. Da in diesem Falle die Zeichen und ihre gegenseitigen Abstände in den Versuchskonstellationen unter demselben Gesichtswinkel erschienen, und die Netzhautbilder daher in allen für das Erkennen in Betracht kommenden Beziehungen einander glichen — eine etwaige verschiedene Deutlichkeit der Körnung des Papieres käme, selbst wenn sie zu den

maſsgebenden Faktoren zu rechnen wäre, nur bei den kleinsten Distanzen in Betracht — so war auch zu erwarten, daſs der Winkel, um welchen der Buchstabe, um erkannt zu werden, vom Zentrum abstehen dürfe, in allen Fällen der gleiche sein würde. Allein es zeigte sich, *daſs bei konstantem Gesichtswinkel der Zahlen und Buchstaben kleine nahe Zahlen und Buchstaben auf einem gröſseren Teil der Netzhaut erkannt werden als groſse ferne.*

Zur Verwendung kamen vier Bogen, von denen drei mit Zahlen und Buchstaben vom Durchmesser 26, bzw. 13 und 7 mm bedruckt waren; die Bogen wurden in zehn verschiedenen Distanzen, deren Gröſse zwischen 0,1 und 1,0 m lag, aufgestellt. Um eine Vorstellung von der Gröſsenordnung der gefundenen Differenzen zu geben, seien einige Werte mitgeteilt. Die Winkelausdrücke beziehen sich auf die Winkel, innerhalb deren die Zeichen im Mittel erkannt wurden; der erste Winkelwert jeder Horizontalreihe wurde durch Versuche mit kleinen nahen, der zweite durch solche mit groſsen fernen Bogen gewonnen; in beiden Fällen aber erschienen die Zeichen unter gleichem oder annähernd gleichem (letzte Reihe) Gesichtswinkel, wie aus den in Klammern hinzugefügten Angaben über Zahlendurchmesser und Entfernung hervorgeht.

27° 18′	Zahlendurchmesser 13 mm Entfernung d. Bogens 0,3 m	18° 12′	Z. 26 mm E. d. B. 0,6 m
16° 36′	Z. 13 mm E. d. B. 0,5 m	10° 58′	Z. 26 mm E. d. B. 1 m
20° 38′	Z. 13 mm E. d. B. 0,4 m	9° 20′ 12° 40′	Z. 26 mm E. d. B. 0,96 m Z. 26 mm E. d. B. 0,7 m

Diesen Versuchen hafteten noch einige Mängel an. Das Behalten der Zahlen im Gedächtnis gelang, wie hervorgehoben wird, nur dann, wenn die Zwischenräume zwischen den Zahlen hinreichend groſs waren. Es wäre also, so führt Aubert aus („IV“) denkbar, daſs die erhaltenen Winkelgröſsen sämtlich zu klein sind, lediglich, weil sich an der Stelle, die den kritischen Punkt enthält, überhaupt keine Zahl befindet. Jedoch macht sich, wenn nur die gegenseitigen Entfernungen der Buchstaben eine der Gröſsenänderung derselben genau entsprechende Änderung er-

fahren, dieser Umstand bei sämtlichen Konstellationen in gleicher Weise geltend. Da die genannte Vorsichtsmafsregel beobachtet worden war, und die Versuche hinreichend gehäuft wurden, so dürfte diese Fehlerquelle nicht allzu schwer ins Gewicht fallen.

Dasselbe gilt von einigen anderen Fehlerquellen: ungleiche Erkennbarkeit verschiedener Buchstaben und Zahlen, Unaufmerksamkeit, Gedächtnisfehler. Diese Umstände waren nur darum als Mängel anzusehen, weil es den Autoren auch auf die Gewinnung absoluter Werte der Sehschärfe ankam.

Bedenklicher könnte ein anderes Moment erscheinen, welches von den Autoren mit dem erstgenannten in eine Linie gestellt wird: die Möglichkeit ungenauer Akkomodation. Da es in den Zwischenzeiten zwischen den Expositionen im Beobachtungsraum so dunkel war, dafs die Vp. eben nur den Ort der Buchstaben, aber nicht ihre Form, erkennen konnte, so besteht keine unbedingte Gewähr dafür, dafs das Auge im Moment der Belichtung genau akkomodiert war. Nähme man an, dafs sich auch dieser Fehler bei allen Konstellationen in gleicher Weise geltend machen werde, so vergäfse man, dafs nicht alle Grade der Akkomodation gleich bequem sind, dafs es vielmehr eine Ruhestellung der Akkomodation gibt, die sie einzunehmen trachtet, sobald von aufsen keine eindeutig-bestimmenden Momente wirken. Da nun aber die Ruhestellung der Akkomodation mit deren Ferneinstellung zusammenfällt, so werden die dargebotenen Objekte beim Aubert-Foersterschen Versuche von dieser Fehlerquelle vermutlich um so stärker getroffen werden, je näher sie sind.[1] Diese Fehlerquelle hätte also höchstens eine dem von A. u. F. gefundenen Phänomen entgegengesetzte Erscheinung hervorzubringen vermocht.

Auch fällt dieser Umstand gleich den erstgenannten Fehlerquellen hinweg bei einer erneuten, noch genaueren Untersuchung, welche Aubert dem gleichen Gegenstande widmete („III").

In diesen bei Dauerbeleuchtung angestellten Versuchen wird ein ursprünglich stark peripher erscheinendes Gesichtsobjekt in verschiedenen Meridianen dem streng und anhaltend fixierten

---

[1] Dieser Schlufs würde nicht mehr zu ziehen sein, wenn auch Objekte in solcher Entfernung dargeboten worden wären, dafs eine scharfe Akkommodation aus dioptrischen Gründen, also etwa wegen Hypermetropie, überhaupt nicht mehr stattfinden konnte. Ein so elementares Versehen darf als ausgeschlossen betrachtet werden.

Zentrum genähert. Als Objekt dienen zwei schwarze Quadrate auf weifsem Grund, deren Entfernung voneinander gleich der Seite des Quadrates ist; die Seitenlängen betragen in den drei Vergleichskonstellationen 4, bzw. 8 und 20 mm; entsprechend ist die Gröfse des weifsen Papieres. Das Objekt wird an der Stelle arretiert, an welcher die beiden Quadrate eben als distinkt wahrgenommen werden. Da die Quadrate von 4, 8, 20 mm Seitenlänge in Entfernungen von 200 bzw. 400 und 1000 mm vom Auge aufgestellt werden, so erscheinen die kleinen, mittleren und grofsen Objekte unter gleichem Gesichtswinkel. Das Ergebnis der ersten Untersuchung bestätigte sich.

Wir führen ein Zahlenbeispiel an. Die angegebene Zahl bezeichnet den g a n z e n Winkel, innerhalb dessen die Quadrate, sowohl oberhalb wie unterhalb des Fixierpunktes, wahrgenommen werden; die nach dem kritischen Punkt — in welchem die Quadrate gerade eben distinkt erscheinen — gehende Richtungslinie bildet mit der Gesichtslinie einen annähernd halb so grofsen Winkel. Die übereinander stehenden Werte beziehen sich auf zwei verschiedene Versuchsreihen derselben Art.

$$\begin{matrix} 67^{0} \\ 65^{0} \end{matrix} \text{ (Seitenl. d. Qu. 4 mm) — } \begin{matrix} 46^{0} \\ 38^{0} \end{matrix} \text{ (Seitenl. d. Qu. 20 mm)}$$

(l. c. S. 23 Tabelle I.)

Es ist wegen der Verschiedenheit der Darbietungsarten nicht möglich, die Gröfse der hier gefundenen Differenz mit der bei der ersten Versuchsanordnung zutage getretenen zahlenmäfsig zu vergleichen; doch läfst sich aus den in den Abhandlungen enthaltenen Tabellen erkennen, dafs der Betrag der Erscheinung in beiden Fällen von ungefähr gleicher Gröfsenordnung ist.

Diese Versuchsanordnung ist von den früher genannten Mängeln frei, doch läfst sich im Gegensatz zur ersten Versuchsanordnung die Frage nicht völlig unterdrücken, ob nicht trotz peinlichsten Strebens nach strenger Fixation seitens der Vp. unbewufsterweise Augenbewegungen ins Spiel gekommen seien. Liefse sich mit Sicherheit behaupten, dafs die hieraus entspringende Fehlerquelle alle Konstellationen in gleicher Weise betrifft, so müfste sie in Anbetracht der Häufung der Versuche, welche auch hier wieder stattfand, für unschädlich erklärt werden. Allein eine solche Annahme wäre voreilig. Zwar liegt in der Literatur keine Angabe darüber vor, dafs bei Einstellung der

Augenachsen für die Nähe die Bewegung der Augen in allen Richtungen erleichtert sei. Wer das Aubert-Foerstersche Ergebnis auf die Wirksamkeit der gekennzeichneten Fehlerquelle zurückführen wollte, müfste ja diese Annahme machen; denn die Prüfung erstreckte sich auf verschiedene Netzhautmeridiane und ergab im wesentlichen stets das gleiche Resultat. Trotzdem bleibt zu bedenken, dafs sich für einzelne spezielle Bewegungen eine solche Abhängigkeit zwischen Konvergenzgrad und Leichtigkeit der Bewegung — oder, mechanisch ausgedrückt, Betrag des Drehungsmomentes — tatsächlich herausgestellt hat. Auch mit dem Hinweis, dafs die Beobachtungen immer nur mit einem Auge vorgenommen wurden, läfst sich dieses Bedenken nicht zum Schweigen bringen, da eine enge Assoziation zwischen den verschiedenen Akkommodationszuständen und den entsprechenden Konvergenzgraden besteht. Allein die Resultate sind trotzdem dem gekennzeichneten Einwand nicht ausgesetzt. Erstens macht schon das Wenige, was über die Erleichterung, bzw. Erschwerung gewisser Augenbewegungen bei bestimmten Konvergenzgraden bekannt ist, eine Erklärung des Aubert-Foersterschen Gesetzes (A. F. G.) mit Hilfe von Augenbewegungen unmöglich. Auf Grund der Tatsache[1], dafs Verkleinerung des Konvergenzwinkels die Hebung, Vergröfserung des Konvergenzwinkels die Senkung der Blicklinie begünstigt, und umgekehrt, hätte man zwar ein dem A. F. G. gemäfses Verhalten zu erwarten, wenn die Prüfung sich auf die untere Hälfte des Vertikalmeridians beschränkte, dagegen müfste bei der Untersuchung im oberen Halbmeridian das dem tatsächlich konstatierbaren genau entgegengesetzte Ergebnis eintreten.

Zweitens verbietet sich diese Erklärung für den ersten Versuch von A. und F. ganz von selbst.[2]

Drittens werden wir im Laufe unserer eigenen Untersuchung Gelegenheit haben, jene Deutung zu widerlegen. Aufserdem

---

[1] Diese Tatsache wurde angeblich zuerst von Joh. Müller beobachtet. Helmholtz, Wundt und Zoth machten von diesem Satze ausgedehnten Gebrauch. Durch Berechnung der Drehungsmomente gelangte Zoth zu dem gleichen Ergebnis (Sitzungsber. d. Wiener Akad. Math.-naturwissenschaftl. Klasse 109, 3. Abt. 1900).

[2] Wir sprechen künftighin der Kürze wegen vom „ersten“ und vom „zweiten“ Aubertschen Versuche.

rühren diese Beobachtungen nicht von einer in der Beherrschung ihrer Augenbewegungen wenig geschulten Versuchsperson her, sondern von demjenigen Forscher, der nach einem Ausspruch von HELMHOLTZ unter allen Zeitgenossen wohl die gröfste Übung im peripheren Sehen besafs.

Neuerdings begegnet man vielfach einer irrigen Ansicht über elementare physikalische Verhältnisse, deren, wie es scheint, weite Verbreitung für die geringe Beachtung des A. F. G., sowie gewisser pathologischer Erscheinungen, zum Teil wohl verantwortlich sein dürfte. So urteilt z. B. KLIEN (Über die psychisch bedingten Einengungen des Gesichtsfeldes, *Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten* 42, 1907, S. 404) über die Aufnahme des Gesichtsfeldes in verschiedenen Entfernungen: „... wollte man den gleichen Winkel fordern, so müfste nicht nur das Objekt soweit vergröfsert werden, dafs der Netzhautreiz die gleiche Ausdehnung erreicht, wie beim Fixieren aus der Nähe, sondern man müfste auch noch die Lichtintensität des Objekts entsprechend dem Quadrat der Entfernung verstärken.“ In ähnlicher Weise WEIDLICH (Über quantitative Beziehungen zwischen den Pupillenweiten, den Akkommodationsleistungen usw. *Arch. f. Augenheilk.* **57**, 1907, S. 201), welcher darzulegen sucht, dafs wir in der Nähe nicht nur wegen der gröfseren Ausdehnung der Netzhautbilder relativ besser sehen als in der Ferne, sondern auch, weil die proportional dem Quadrat der Entfernung erfolgende Herabsetzung der Helligkeit des Netzhautbildes durch die Änderung des Pupillendurchmessers, welche die Änderung des Akkommodationszustandes begleitet, nur teilweise kompensiert würde.

Träfe diese Ansicht zu, so wäre an dem von A. und F. beobachteten Phänomene überhaupt nichts Bemerkenswertes; und, so kann man hinzufügen, eine unübersehbare Menge physiologisch-optischer Untersuchungen, z. B. ein grofser Teil der „Physiologie der Netzhaut“ von AUBERT, würde auf einem Irrtum beruhen. Jene beiden hervorragenden und in allen einschlägigen physikalischen Fragen bestens orientierten Forscher hätten sich mit dem von ihnen entdeckten Phänomene schwerlich in so ausgedehnten und immer von neuem wieder aufgenommenen Untersuchungen abgemüht.

Übrigens hebt schon AUBERT selbst durchaus zutreffend hervor (S. 17), dafs bei seinen Versuchen eine Verschiedenheit der Helligkeit der Netzhautbilder in den Vergleichskonstellationen nicht vorlag, wenn nur, wofür ausdrücklich Sorge getragen wurde, das Objekt immer in gleicher Weise beleuchtet war. „Wenn wir uns aber von einem Objekte entfernen, so sind wir in der glücklichen Lage, dadurch nur die Gröfse, dagegen nichts in der Helligkeit unseres Retinabildes von dem Objekte zu verändern“ („IV“ S. 85). — Historisch wird angeführt, dafs sich dieser Satz schon bei SMITH (Lehrb. der Optik, übersetzt von KÄSTNER 1755, S. 25), dann bei HERSCHEL (Vom Lichte S. 18) und ARAGO (Astronomie I, S. 139 u. 186) findet.

Über diesen einfachen Satz und seine Begründung kann man sich in fast jedem Lehr- und Handbuche der Ophthalmologie orientieren. Besonders hingewiesen sei auf die Ausführungen von HESS (Handb. d. Augenheilk. 3. Aufl. Bd. 8, II. S. 93. 1903).

Da der Pupillendurchmesser im Falle der Nahakkommodation kleiner ist, so könnte man eher beim Sehen in der Nähe eine geringere Sehschärfe erwarten, als bei demjenigen in der Ferne. Auch ist die Linse bei Nahakkommodation dicker.

Dafs aber die Absorption in den Luftschichten bei den für unsere Versuche in Betracht kommenden Entfernungsunterschieden so geringfügig ist, dafs hieraus für die Wahrnehmung gar kein Unterschied entsteht, geschweige denn eine erhebliche Beeinflussung der Sehschärfe resultiert, davon konnte ich mich durch eine einfache Beobachtung überzeugen. An einem bedeckten Tage stellte ich im Freien zwei auf fester Grundlage glatt aufgezogene Bogen grauen Papieres in verschiedenen Entfernungen so auf, dafs ein Teil des hinteren Bogens unmittelbar neben dem vorderen erschien, wenn der Rand des letzteren fixiert wurde. Die Entfernung des vorderen kleineren Bogens vom Auge betrug 50 cm, die des hinteren gröfseren 500 cm. Beide Bogen standen senkrecht zur Blicklinie des Beobachters und waren in gleicher Weise beleuchtet. Einen Unterschied der Helligkeit in irgend einer Richtung konnte ich bei Fixation des Randes, ebenso aber auch bei Akkommodation auf den hinteren Bogen, nicht mit Sicherheit wahrnehmen. — Man sieht hier den einen der beiden Bogen immer in Zerstreuungskreisen. Das Resultat der Beobachtung ändert sich, wie wir sehen werden, nicht, wenn auf beide Objekte gleichzeitig akkommodirt werden kann. — Nach der oben zurückgewiesenen irrtümlichen Ansicht müfste sich hier die Helligkeit der Netzhautbilder wie 1 : 100 verhalten, also sicherlich deutlich merkbar sein.

Wie ist nun aber die Erscheinung, von welcher die Autoren selbst sagen, dafs sie sie so gern auf Fehlerquellen zurückgeführt hätten, zu erklären?

Es sind, so führt Aubert aus („III"), nur zwei Organe, deren Veränderungen wir zu überlegen haben, nämlich die Linse und die Netzhaut.

Dafs durch die Krümmungsveränderung der Linse und die damit verbundene Erweiterung der Pupille bei der Akkommodation für die Ferne ein Einflufs auf die Strahlenbrechung der seitlich gelegenen Objekte ausgeübt werde, der für die Erscheinung verantwortlich wäre, hält jener in Peripheriebeobachtungen hervorragend geübte Forscher darum für ausgeschlossen, weil alsdann die Quadrate mit Zerstreuungskreisen erscheinen müfsten, was nicht der Fall sei. Einen grauen Rand um die Quadrate, der doch in der Mitte zwischen ihnen hätte auffallend sein müssen, habe er nie bemerken können. So mufs sich denn ein Erklärungsversuch seiner Ansicht nach an die Netzhaut halten.

Er macht zur Erklärung der „rätselhaften Erscheinung" die Annahme, dafs bei der Akkommodation eine Verschiebung der

Stäbchenschicht stattfände, fügt aber hinzu, dafs er diese Erklärung nur als eine Vermutung ausspreche, gegen deren Möglichkeit er wenigstens nichts einzuwenden wisse.

Czermak beruft sich bei seiner Erklärung des Akkommodationsphosphens (Über das Akkommodationsphosphen, *Arch. f. Ophthalm.* 7, 1. Abt., S. 152) auf die Versuche Auberts und die von ihm gegebene Deutung. Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, dafs die Theorie Czermaks nicht notwendig mitgetroffen wird, wenn wir etwa genötigt sein sollten, die von Aubert seinen Versuchen gegebene Deutung abzulehnen.

Eine Zerrung der äufsersten Netzhautgebiete und damit eine momentane Lichterscheinung könnte beim Akkommodationsakt immerhin stattfinden, wenn sie vielleicht auch nicht so andauernde und so weit nach der Fovea reichende Wirkungen hervorzubringen vermag, wie Aubert annimmt. —

Auf dem allgemeinen Boden der Hypothese von der Verschiebung der Netzhautelemente sind immer noch zwei verschiedene Erklärungsmöglichkeiten denkbar. Die Erscheinung könnte nämlich einmal darauf beruhen, dafs die Netzhautelemente infolge der Zerrung eine Ortsveränderung innerhalb des Auges erfahren, und dafs dieselben Lichtstrahlen, welche soeben auf die undeutlich perzipierenden Organe der Netzhautperipherie fielen, nun leistungsfähigere Aufnahmeapparate vorfinden. Zweitens ist aber auch die andere Vorstellung möglich, dafs unter dem Einflufs jener Zerrung zwar kein Ortswechsel der Netzhautelemente stattfinde, keine Vertauschung weniger leistungsfähiger Apparate durch leistungsfähigere, wohl aber eine Drehung derselben, durch welche die Stäbchen und Zapfen eine andere, der Perzeption des sie treffenden Lichtreizes günstigere Orientierung erhalten. Versuche von Aubert und von Emmert lassen die erstgenannte Form der Zerrungshypothese als undurchführbar erscheinen. Man würde sich daher im Falle der Beibehaltung des allgemeinen Grundgedankens wohl für die zweite Möglichkeit zu entscheiden haben.

Aubert untersuchte („III" S. 32), wiederum in verschiedenen Entfernungen, wie weit ein rotes Quadrat auf weifsem Grunde nach der Peripherie entfernt werden mufs, damit es ganz schwarz erscheint, und wie weit dasselbe Objekt von einem jenseits dieser Zone gelegenen Punkte aus dem Fixierzeichen angenähert werden mufs, damit gerade eben etwas von Rötlichkeit wahrnehmbar ist. Das Ergebnis war gänzlich unabhängig davon, ob die Prüfung in der Entfernung von 20, 40 oder 100 cm stattfand, während sich bei eben denselben Entfernungen die gröfsten Unterschiede in der peripheren Sehschärfe herausgestellt hatten. Das Ergebnis ist mit der ersten, nicht aber mit der zweiten Form der Zerrungshypothese unverträglich.

Emmert (Die Gesichtsfelder in Beziehung zur Akkommodation. *Arch. f. Augenheilk.* **11**, S. 303, 1882) untersuchte dann am Perimeter die Gröfse des Gesichtsfeldes bei verschiedenen Akkommodationszuständen, indem er an der gewöhnlichen Stelle des Fixierpunktes ein Loch anbrachte, durch

welches ein in verschiedenen Entfernungen aufgestelltes Fixierzeichen sichtbar war. Bei starker Akkommodationsanspannung für die Nähe (15 cm) war das Gesichtsfeld zwar etwas weiter als beim Sehen in die Ferne (6 m); aber der Unterschied war aufserordentlich geringfügig; er betrug in der Regel 1° bis 2°, im Höchstfalle 2,5°. Emmert glaubt diese Erscheinung, ähnlich wie Aubert das von ihm beobachtete Phänomen, auf eine Verschiebung der Retina zurückführen zu müssen. Trifft diese Erklärung zu, und beruht die Erscheinung nicht einfach darauf, dafs das Netzhautbild des 5 cm vom Auge entfernten Testobjektes bei Akkommodation auf 6 m allzu undeutlich geworden ist, so kommt jedenfalls nur die zweite Form der Zerrungshypothese, nicht aber die erste, in Betracht.

Macht Aubert die Netzhaut für die Erscheiuung verantwortlich, so knüpft eine neuere Theorie des A. F. G., diejenige von W. Heinrich (Die Aufmerksamkeit und die Funktion der Sinnesorgane. 2. Beitrag, *Zeitschr. f. Psych.* **11,** 1896, S. 410) an Eigentümlichkeiten der Linse an. Aus gewissen Versuchen, auf deren Einzelheiten wir an späterer Stelle zurückkommen werden, glaubt Heinrich schliefsen zu müssen, dafs wir bei Fixation eines bestimmten Punktes auf ein in die Peripherie des Gesichtsfeldes eingeführtes Objekt dadurch akkommodieren, dafs wir die Linse abflachen, ihren Krümmungsradius vergröfsern. Damit ein seitliches Objekt das Maximum seiner Deutlichkeit besitze, müsse die Linse stets flacher sein als bei Betrachtung des in gleicher Entfernung vom Auge befindlichen, direkt gesehenen Objektes.

Da demzufolge die Akkommodation für die Peripherie stets auf einer Abflachung der Linse beruht, so mufs die Akkommodationsbreite für paraxiale Objekte um so gröfser sein, je kleiner der Krümmungsradius der Linse ist. Werden nämlich einerseits von einem relativ fernen, andererseits von einem relativ nahen paraxialen Objekt gleiche und gleichgelegene Netzhautbilder erzeugt, so vermag das Auge wohl auf das nahe, nicht aber, oder nur in unzureichender Weise, auf das ferne Objekt zu akkommodieren. Die Krümmung der Linse bei Nahakkommodation ist ja einer sehr weitreichenden Abnahme fähig; befindet sich hingegen die Linse schon bei Beachtung des Fixierpunktes, entsprechend einer gröfseren Entfernung desselben, im Zustande erheblicher Abflachung, so wird der Fall eintreten können, dafs sie einen solchen Grad von Abflachung, wie ihn die Akkommodation auf das paraxiale Objekt erfordert, nicht mehr zuläfst. Je weiter die paraxialen Objekte vom Auge entfernt sind, um so geringer ist — im übrigen gleiche Umstände vorausgesetzt — der Winkel-

Stäbchenschicht stattfände, fügt aber hinzu, dafs er diese Erklärung nur als eine Vermutung ausspreche, gegen deren Möglichkeit er wenigstens nichts einzuwenden wisse.

Czermak beruft sich bei seiner Erklärung des Akkommodationsphosphens (Über das Akkommodationsphosphen, *Arch. f. Ophthalm.* 7, 1. Abt., S. 152) auf die Versuche Auberts und die von ihm gegebene Deutung. Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, dafs die Theorie Czermaks nicht notwendig mitgetroffen wird, wenn wir etwa genötigt sein sollten, die von Aubert seinen Versuchen gegebene Deutung abzulehnen.

Eine Zerrung der äufsersten Netzhautgebiete und damit eine momentane Lichterscheinung könnte beim Akkommodationsakt immerhin stattfinden, wenn sie vielleicht auch nicht so andauernde und so weit nach der Fovea reichende Wirkungen hervorzubringen vermag, wie Aubert annimmt. —

Auf dem allgemeinen Boden der Hypothese von der Verschiebung der Netzhautelemente sind immer noch zwei verschiedene Erklärungsmöglichkeiten denkbar. Die Erscheinung könnte nämlich einmal darauf beruhen, dafs die Netzhautelemente infolge der Zerrung eine Ortsveränderung innerhalb des Auges erfahren, und dafs dieselben Lichtstrahlen, welche soeben auf die undeutlich perzipierenden Organe der Netzhautperipherie fielen, nun leistungsfähigere Aufnahmeapparate vorfinden. Zweitens ist aber auch die andere Vorstellung möglich, dafs unter dem Einflufs jener Zerrung zwar kein Ortswechsel der Netzhautelemente stattfinde, keine Vertauschung weniger leistungsfähiger Apparate durch leistungsfähigere, wohl aber eine Drehung derselben, durch welche die Stäbchen und Zapfen eine andere, der Perzeption des sie treffenden Lichtreizes günstigere Orientierung erhalten. Versuche von Aubert und von Emmert lassen die erstgenannte Form der Zerrungshypothese als undurchführbar erscheinen. Man würde sich daher im Falle der Beibehaltung des allgemeinen Grundgedankens wohl für die zweite Möglichkeit zu entscheiden haben.

Aubert untersuchte („III“ S. 32), wiederum in verschiedenen Entfernungen, wie weit ein rotes Quadrat auf weifsem Grunde nach der Peripherie entfernt werden mufs, damit es ganz schwarz erscheint, und wie weit dasselbe Objekt von einem jenseits dieser Zone gelegenen Punkte aus dem Fixierzeichen angenähert werden mufs, damit gerade eben etwas von Rötlichkeit wahrnehmbar ist. Das Ergebnis war gänzlich unabhängig davon, ob die Prüfung in der Entfernung von 20, 40 oder 100 cm stattfand, während sich bei eben denselben Entfernungen die gröfsten Unterschiede in der peripheren Sehschärfe herausgestellt hatten. Das Ergebnis ist mit der ersten, nicht aber mit der zweiten Form der Zerrungshypothese unverträglich.

Emmert (Die Gesichtsfelder in Beziehung zur Akkommodation. *Arch. f. Augenheilk.* **11**, S. 303, 1882) untersuchte dann am Perimeter die Gröfse des Gesichtsfeldes bei verschiedenen Akkommodationszuständen, indem er an der gewöhnlichen Stelle des Fixierpunktes ein Loch anbrachte, durch

welches ein in verschiedenen Entfernungen aufgestelltes Fixierzeichen sichtbar war. Bei starker Akkommodationsanspannung für die Nähe (15 cm) war das Gesichtsfeld zwar etwas weiter als beim Sehen in die Ferne (6 m); aber der Unterschied war aufserordentlich geringfügig; er betrug in der Regel 1° bis 2°, im Höchstfalle 2,5°. Emmert glaubt diese Erscheinung, ähnlich wie Aubert das von ihm beobachtete Phänomen, auf eine Verschiebung der Retina zurückführen zu müssen. Trifft diese Erklärung zu, und beruht die Erscheinung nicht einfach darauf, dafs das Netzhautbild des 5 cm vom Auge entfernten Testobjektes bei Akkommodation auf 6 m allzu undeutlich geworden ist, so kommt jedenfalls nur die zweite Form der Zerrungshypothese, nicht aber die erste, in Betracht.

Macht Aubert die Netzhaut für die Erscheiuung verantwortlich, so knüpft eine neuere Theorie des A. F. G., diejenige von W. Heinrich (Die Aufmerksamkeit und die Funktion der Sinnesorgane. 2. Beitrag, *Zeitschr. f. Psych.* **11,** 1896, S. 410) an Eigentümlichkeiten der Linse an. Aus gewissen Versuchen, auf deren Einzelheiten wir an späterer Stelle zurückkommen werden, glaubt Heinrich schliefsen zu müssen, dafs wir bei Fixation eines bestimmten Punktes auf ein in die Peripherie des Gesichtsfeldes eingeführtes Objekt dadurch akkommodieren, dafs wir die Linse abflachen, ihren Krümmungsradius vergröfsern. Damit ein seitliches Objekt das Maximum seiner Deutlichkeit besitze, müsse die Linse stets flacher sein als bei Betrachtung des in gleicher Entfernung vom Auge befindlichen, direkt gesehenen Objektes.

Da demzufolge die Akkommodation für die Peripherie stets auf einer Abflachung der Linse beruht, so mufs die Akkommodationsbreite für paraxiale Objekte um so gröfser sein, je kleiner der Krümmungsradius der Linse ist. Werden nämlich einerseits von einem relativ fernen, andererseits von einem relativ nahen paraxialen Objekt gleiche und gleichgelegene Netzhautbilder erzeugt, so vermag das Auge wohl auf das nahe, nicht aber, oder nur in unzureichender Weise, auf das ferne Objekt zu akkommodieren. Die Krümmung der Linse bei Nahakkommodation ist ja einer sehr weitreichenden Abnahme fähig; befindet sich hingegen die Linse schon bei Beachtung des Fixierpunktes, entsprechend einer gröfseren Entfernung desselben, im Zustande erheblicher Abflachung, so wird der Fall eintreten können, dafs sie einen solchen Grad von Abflachung, wie ihn die Akkommodation auf das paraxiale Objekt erfordert, nicht mehr zuläfst. Je weiter die paraxialen Objekte vom Auge entfernt sind, um so geringer ist — im übrigen gleiche Umstände vorausgesetzt — der Winkel-

abstand, der zwischen ihnen und dem Fixierpunkt bestehen darf, damit sie noch deutlich im Auge abgebildet werden können.

Wir möchten darauf hinweisen, dafs man, an Verhältnisse des dioptrischen Apparates anknüpfend, vielleicht noch eine andere Erklärung der Erscheinung versuchen könnte. Bei der Akkommodation für die Nähe ist die Pupille bekanntlich enger als bei derjenigen für die Ferne. Jeder Amateurphotograph weifs, wie sehr man unter Umständen die Schärfe in den Seitenteilen eines Bildes durch Benutzung einer engeren Blende erhöhen kann. Die Verdeutlichung kommt dadurch zustande, dafs die Basis aller Zerstreuungskegel an Gröfse abnimmt.

Netzhaut, Linse und Pupille sind jetzt in Erwägung gezogen worden; jede physiologische Erklärung müfste wohl, selbst wenn sie in einer noch anderen Form auftreten sollte, an die Veränderung von einem dieser drei Organe anknüpfen.

I. Abschnitt.

Experimentelle Analyse des Aubert-Foersterschen Gesetzes.

§ 1.

a) Wir leiten die experimentelle Analyse der Erscheinung ein mit der

Formulierung eines methodischen Prinzipes,

durch welche wir die eigentliche Untersuchung von allzuweit ausgreifenden methodologischen Erörterungen zu entlasten hoffen. Auch möchten wir dem Leser von vornherein das Kriterium in die Hand geben, durch welches er abschätzen kann, welche Teile unserer Untersuchung methodologisch bestimmt einwandfrei sind, und welche anderen nur einen relativ hohen Wahrscheinlichkeitsgrad für sich in Anspruch zu nehmen vermögen.

Dieses Prinzip lautet: Bei Untersuchungen im Gebiete der psychologischen und physiologischen Optik ist die Verwendung dioptrischer und katoptrischer Instrumente zur Betrachtung eines Objektes im Interesse der vollkommenen Klarheit und Durchsichtigkeit der Versuchsbedingungen im allgemeinen verboten. In jedem Einzelfalle, in welchem dieses Prinzip durchbrochen wird, ist die Berechtigung zu einem solchen Vorgehen in unzweideutiger Weise und mit Evidenz nachzuweisen; d. h. es ist zu zeigen, daſs durch die Einführung dioptrischer oder katoptrischer Instrumente, welche bei einem Versuch etwa stattgefunden hat, das Resultat unmöglich vorgetäucht worden sein kann.

Wir wissen uns hier im Einklang mit Hering, welcher bereits in seinen „Beiträgen zur Physiologie“ die energische Forderung aufstellt, daſs „alle Gläser und Instrumente“ — es handelt sich hier um stereoskopische Versuche — womöglich zu vermeiden sind. Selbst Helmholtz lieſs sich, wie Hillebrand (*Zeitschr. f. Psychol.* 5) gezeigt hat, in einem wichtigen Falle durch eine dioptrische Vorrichtung täuschen.

Allein auch HERING und seine Schüler konnten die Einführung eines katoptrischen Hilfsmittels nicht umgehen, als sich subtilere stereoskopische Probleme erhoben. Es läfst sich aber zeigen, dafs die durch Versilberung hergestellten Spiegel, welche beim Haploskop zur Verwendung kommen, eine Verzeichnung nicht hervorbringen können. Aber schon, wenn man diese Spiegel nur durch gewöhnliche Glasspiegel ersetzen wollte, würden die Versuchsbedingungen erheblich an Durchsichtigkeit verlieren. Die Dicke des vorderen Mediums des Spiegels und die inneren Reflexionen bei schief einfallenden Strahlen können hier nicht mehr vernachlässigt werden. Jeder schief auffallende Strahl wird in mehrere reflektierte zerlegt, und die Größe der hieraus resultierenden Verzeichnung ändert sich mit der Neigung des Auges gegen die Spiegelebene einerseits, mit dem Winkel der einfallenden Strahlen andererseits. Es ist offenbar, dafs man bei der Interpretation von Versuchen, namentlich dann, wenn mit verschiedenen Konvergenzzuständen beobachtet wird, immer an die Möglichkeit einer Mitwirkung jener Fehlerquelle denken müfste; die Querdisparation ist ja so empfindlich, dafs uns das Stereoskop in der Gegenwart auf weiten Gebieten gewissermafsen als Mikroskop für untermerkliche Unterschiede dient; zur Enthüllung von Fälschungen, zur Ermittlung von Wandelsternen auf Himmelsphotographien, zum Studium der Veränderung von Sonnenflecken, zur Feststellung der Verschiebung von Spektrallinien usw.

Indes der Verwendungskreis so einfacher katoptrischer Instrumente dürfte nur ein beschränkter sein. Die Einführung dioptrischer Hilfsmittel läfst sich, wie es scheint, in gewissen Gebieten schwer umgehen. Die Einstimmigkeit der gewonnenen Resultate kann unter Umständen genügen, eine solche Methode nachträglich zu rechtfertigen.

Allein in gewissen Untersuchungsgebieten lassen sich doch Methoden von einer solchen Beschaffenheit ausfindig machen, dafs man nicht erst auf das nachträgliche Kriterium der Einstimmigkeit angewiesen ist, sondern dafs man von vornherein, und zwar ohne Konstruktion des Strahlengangs,[1] versichert sein kann, dafs die Einführung eines dioptrischen Hilfsmittels in einer von zwei Konstellationen für die in beiden Konstellationen auftretenden Unterschiede nicht verantwortlich zu machen sei.

Ein solcher Fall liegt bei unserer Untersuchung vor.

Wir befassen uns also nun mit der Rechtfertigung der Abweichung von dem eingangs aufgestellten Prinzip bei Untersuchungen, deren Experimente sich mit Prüfung der Sehschärfe unter verschiedenen Umständen beschäftigen.

[1] Diese kann zwar fast stets ausgeführt werden, ist aber auch nicht sehr befriedigend, wenn, wie in unserem Gebiete zumeist geschieht, mit approximativen Formeln gearbeitet wird.

Gegeben sei ein Objekt, welches zunächst mit unbewaffnetem Auge betrachtet wird. Wir bringen nun vor das Auge ein sogleich näher zu charakterisierendes optisches System. Es genügt zu wissen, dafs das Instrument eine Steigerung der Helligkeit des Netzhautbildes in allen seinen Teilen nicht hervorbringt. Diese Frage läfst sich in gewissen Fällen mit Bestimmtheit beantworten. Ferner ist noch erforderlich, dafs die Gröfsenänderung, welche das Instrument etwa hervorbringt, so geringfügig sei, dafs sie von der Vp., wenn sie in die Lage versetzt wird, die Netzhautbilder direkt miteinander zu vergleichen,[1] nicht bemerkt wird — ein Nachweis, der übrigens in vielen Fällen gar nicht vonnöten sein wird.

Zeigt sich nun, dafs bei derjenigen der beiden Konstellationen, bei welcher das System vorgesetzt wird, wobei der Voraussetzung nach die Helligkeit des Netzhautbildes nicht gesteigert, seine Gröfse nicht geändert wird, die Sehschärfe stets, und in ausgedehnten Bezirken des Sehfeldes bzw. der Netzhaut, erhöht ist, dann läfst sich mit Stringenz der Schlufs ziehen, dafs diese Steigerung der Sehschärfe nicht auf rein physikalischem Wege, durch eine physikalische Änderung des reellen Bildes im Auge, zustande gekommen sei. Würde sich freilich eine Erhöhung der Sehschärfe nicht in ausgedehnten Bezirken, sondern nur an einer einzelnen Stelle des Gesichtsfeldes finden, so könnte dies auch bei unveränderter Helligkeit und im allgemeinen unveränderter Bildgröfse lediglich in geometrisch-optischen Verhältnissen begründet sein, etwa in einer lokalen Verzeichnung, durch welche der Abstand zweier Punkte vergröfsert wird.

Im erstgenannten Falle dagegen mufs die bei Vorsetzung des Glases eintretende Steigerung der Sehschärfe auf die Wirksamkeit eines psychologischen oder eines physiologischen Faktors — die von Aubert angenommene Netzhautzerrung würde ja ein solcher sein — zurückgeführt werden. Welcher Art dieser Faktor ist, wäre dann besonders zu untersuchen.

Vorausgesetzt ist hierbei natürlich, dafs das Auge in beiden Konstellationen, also auch bei Betrachtung ohne Vorsetzung eines

---

[1] Wie eine solche direkte Vergleichung der Netzhautbilder möglich ist, werden wir unten sehen. Hier setzen wir diese Möglichkeit einfach voraus.

optischen Systems richtig akkommodiert, nötigenfalls mittels einer Brille korrigiert [1] sei.

Ganz anders steht es mit der Sicherheit unserer Schlüsse in dem Falle, in welchem bei Vorsetzung eines Systems die Sehschärfe herabgesetzt wird.

In dem vorigen Falle beruhte die Stringenz unserer Schlüsse darauf, dafs bei Vorsetzung eines Systems die Sehschärfe nur durch eine begrenzte und bekannte Zahl von Faktoren — nämlich durch deren zwei, durch Änderung von Helligkeit oder Netzhautbildgröfse — eine auf das ganze Sehfeld bezügliche Erhöhung erfahren kann. Ist es dem Experimentator möglich, die beiden Fragen nach einer etwaigen Helligkeits- oder Gröfsenänderung des Netzhautbildes in befriedigender Weise zu beantworten, so kann er versichert sein, dafs die Erhöhung der Sehschärfe nicht auf eine physikalische Änderung des reellen Bildes im Auge zurückzuführen ist.[2]

Liegt hingegen der umgekehrte Fall vor, ist die Sehschärfe bei vorgesetztem System herabgesetzt, so läfst sich, auch wenn experimentell gezeigt werden kann, dafs die von dem System bewirkte Helligkeits- und Gröfsenänderung unmerklich ist, doch niemals mit gleicher Stringenz schliefsen, dafs nicht doch eine Änderung des reellen Bildes für die Veränderung der Sehschärfe verantwortlich sei. War das Auge zuvor richtig akkommodiert, so kann eine Erhöhung der Sehschärfe durch Beeinflussung des reellen Bildes nur auf zweifache Weise stattfinden. Die Zahl der Faktoren, welche eine Herabsetzung der Sehschärfe bewirken können, ist prinzipiell unbegrenzt. Leichte diffuse Trübungen des Mediums, zu gering, als dafs sie sich durch eine merkliche Herabsetzung der Helligkeit verrieten, nur durch die Beeinflussung der Sehschärfe konstatierbar, minimale, gleichfalls nur auf diesem Wege feststellbare Verzeichnung des gesamten Sehfeldes, seien nur als Beispiele genannt. Um daran zu erinnern,

---

[1] Die bisherigen Erörterungen lassen sich natürlich sämtlich auf diesen Fall übertragen; es ist nur an Stelle des Ausdrucks „Betrachtung mit unbewaffnetem Auge“ „Betrachtung mit der Brille“ und an Stelle von „Vorsetzung eines Systems“ „Hinzufügung eines Systems zur Brille“ zu setzen.

[2] Wir bevorzugen mit Absicht den Ausdruck „das reelle Bild im Auge“. Die Behauptung, dafs in dem genannten Falle das „Netzhautbild“ unverändert bleibe, könnte einem naheliegenden Mifsverständnis begegnen.

dafs auch Faktoren ganz anderer Art wirksam sein können,[1] sei noch betont, dafs der Apparat dem Auge eine so bedeutende Akkommodationsanstrengung zumuten oder die Korrespondenz zwischen Akkommodation und Konvergenz in so hohem Mafse stören kann, dafs die Akkommodation etwas von ihrer Genauigkeit einbüfst.

Freilich wird man auch in diesem zweiten Falle durch vorsichtige Erwägung aller möglichen Fehlerquellen zu Schlüssen von sehr hoher Wahrscheinlichkeit, wenn auch im allgemeinen kaum zu solchen von absoluter Stringenz, wie im ersten Falle, gelangen können.

Falls diese Erörterungen wirklichkeitsfremd und haarspaltend erscheinen, so möge zur Entschuldigung dienen, dafs ich mit Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, welche derartige, dem Autor selbst nicht angenehme, Erwägungen nötig machen.

Bei der Erweisung unserer Hauptthese werden wir uns nur solcher Methoden bedienen, welche den ersten der beiden hier bezeichneten Fälle verwirklichen. Eine Methode, welche der zweiten Klasse zuzurechnen ist, wird erst an sehr viel späterer Stelle zur Verwendung kommen, wenn zu untersuchen sein wird, welchen Einschränkungen der Gültigkeitsbereich des A. F. G. etwa unterworfen ist.

b) Nachdem wir uns über die allgemeinsten Vorsichtsmafsregeln, die bei unseren Versuchen einzuhalten sind, orientiert haben, können wir die experimentelle Analyse des A. F. G. beginnen.

Der einzige primäre physiologische Unterschied, welcher sich in den so verschiedene Resultate liefernden Versuchsbedingungen findet, ist in der Tat der verschiedene Akkommodationszustand des Auges. Er ist die Ursache für ein angeblich verschiedenes Verhalten der peripheren Akkommodation, für die behauptete Netzhautverschiebung und die Gröfsenänderung der Pupille.

Ein einfacher Versuch gestattet, den gemeinsamen Grundgedanken der genannten drei Hypothesen auf seine Haltbarkeit zu prüfen. Ist der verschiedene Zustand der Linse in den Vergleichsfällen die Ursache des Phänomens, so mufs dasselbe aus-

[1] Ich selbst habe mit allen diesen Schwierigkeiten bei anderer Gelegenheit sattsam zu kämpfen gehabt. Aus diesem Grunde suchte ich bei dieser Untersuchung mein Vorgehen durch eine feste Maxime, das obige Prinzip, zu regeln.

bleiben, wenn sich bei einer Wiederholung der Versuche auf irgend eine Weise erreichen läfst, dafs die Linse in den Vergleichsfällen die gleiche Gestalt besitzt.

Besitzt die Linse des Auges in den Vergleichsfällen die gleiche Gestalt, so fällt der einzige Umstand hinweg, welcher Dehnung der Netzhaut bewirken könnte; ebenso vermag sich die Linse in einem der Vergleichsfälle nicht stärker abzuflachen als in einem anderen, wenn sie in allen diesen Fällen vor Eintritt der peripheren Akkommodation die gleiche Gestalt besitzt. Ferner kann man sich bei gleichen Akkommodationszuständen nicht mehr auf die Gröfse des Pupillendurchmessers berufen. Endlich kommt hier wegen der Gleichheit des Zustandes der Augenlinse in den verglichenen Konstellationen der gegenüber dem „2. Aubertschen Versuche" (vgl. S. 7) noch mögliche Einwand in Wegfall, die physiologischen Bedingungen für das Auftreten einer Augenbewegung könnten bei Konvergenz für die Nähe günstiger sein als bei Konvergenz für die Ferne, nun seien aber auch bei einäugiger Beobachtung den verschiedenen Akkommodationsgraden die entsprechenden Konvergenzzustände assoziiert.

Zeigt sich das von A. und F. entdeckte Phänomen auch bei dieser Modifikation der Versuche, und läfst sich — ein Umstand, der von Wichtigkeit ist — aufserdem zeigen, dafs jenes Phänomen nicht etwa durch eine mit der neuen Versuchsanordnung eingeführte Fehlerquelle nur vorgetäuscht werde, so ist die Unhaltbarkeit jener drei Hypothesen erwiesen.

Wir werden nun bei der Wiederholung jener Versuche das grofse Objekt in einer 440 cm,[1] das kleine in einer 44 cm vom Auge entfernten Ebene aufstellen.

Erfolgt die Fixation des 440 cm entfernten Fixierzeichens mit unbewaffnetem Auge, so mufs bei der Fixation des 44 cm entfernten ein solches Brillenglas vorgesetzt werden, dafs der Akkommodationszustand der Linse des Auges derselbe ist, wie

---

[1] Dies ist die gröfste Distanz, welche die mir zur Verfügung stehenden Raumverhältnisse zulassen. Je gröfser die Zahl ist, welche das Verhältnis des größeren Abstandes zum kleineren angibt, um so ausgeprägter erwies sich ja bei der bisherigen Untersuchungsmethode das Aubert-Foerstersche Phänomen, und um so beweiskräftiger wird voraussichtlich auch der Ausfall der modifizierten Versuche sein, gleichgültig, ob sich hierbei die Erscheinung gleichfalls zeigt, oder ob sie ausbleibt.

bei Betrachtung eines 440 cm entfernten Punktes mit unbewaffnetem Sehorgan. Unsere nächste Aufgabe besteht also in der Ermittlung der Linse, welche diese Forderung erfüllt.

c) Die Methode, deren wir uns bei der Wahl der Linse bedienen werden, fufst auf der Tatsache, dafs der Akkommodationszustand in beiden Augen stets der gleiche ist, natürlich unter der Voraussetzung, dafs nicht gerade ein Fall von Anisometropie vorliegt.

An der Sicherheit dieses Ausgangspunktes besteht kein Zweifel. Der angeführte Satz wurde auf Grund gewisser Beobachtungen zuerst von DONDERS [1] und HERING [2] aufgestellt. Wurde dieser Satz in der Folgezeit auch mehrfach bezweifelt, so richteten sich doch die Angriffe nicht gegen die Behauptung, dafs die Akkommodation natürlicherweise symmetrisch innerviert werde, sondern nur gegen die weitergehende These, dafs dieser symmetrische Zusammenhang auch auf dem Wege des Zwanges durch Einführung von Versuchsbedingungen, welche zum Zwecke des Deutlichsehens eine Verschiedenheit der Akkommodation beider Augen nötig machen würde, nicht gelöst werden könne. Da bei unserer Methode lediglich das ungezwungene Verhalten benutzt werden wird, eine äufsere Nötigung nicht stattfindet, so ist der Ausgang der Kontroverse für uns eigentlich von geringem Interesse. Indes dürfte die Bemerkung nicht ganz überflüssig sein, dafs die strenge Allgemeingültigkeit des Satzes, dem zuerst von WOINOW und SCHNELLER, neuerdings besonders eifrig von A. E. FICK [3] widersprochen wurde, jetzt von HESS [4] in einwandfreier Weise erwiesen worden ist.

Das Prinzip der Methode, deren wir uns bedienen wollen, besteht in folgendem.

Zwei Spiegel werden in einem spitzen Winkel, gegeneinander symmetrisch in bezug auf die Medianebene, aufgestellt; jeder derselben wendet seine polierte Fläche einem Auge der davorsitzenden Versuchsperson zu. Rechts von der Medianebene steht eine Sehprobe, deren Spiegelbild der Beobachter mit dem rechten Auge betrachtet. Bei der Aufstellung der Sehprobe ist die Forderung mafsgebend, dafs die Entfernung des virtuellen Bildes vom Knotenpunkte des rechten Auges 44 cm beträgt. Ebenso betrachtet das linke Auge mit Hilfe des anderen Spiegels eine

---

[1] DONDERS, Anomalien der Refraktion und Akkommodation, 1866.

[2] HERING, Die Lehre vom binokularen Sehen. Lpz. 1868.

[3] *Arch. f. Augenheilk.* **19**, S. 123. 1888. *Arch. f. Ophthalm.* **38**, S. 204. 1892. Festschr. f. RICHARD FOERSTER.

[4] *Arch. f. Ophthalm.* **41** u. Handb. d. Augenheilk. l. c. S. 460f.

links von der Medianebene aufgestellte Sehprobe, deren Spiegelbild 440 cm vom linken Auge entfernt ist. Der leichteren Vergleichbarkeit wegen wurde dafür Sorge getragen, dafs beide Sehproben unmittelbar nebeneinander im Gesichtsfeld erschienen. Aus dem gleichen Grunde wurden geometrisch ähnliche Sehproben verwandt, deren Gröfse sich annähernd wie 1 : 10 verhielt, und die also, weil im Gesichtsfeld unmittelbar aneinanderstofsend, auch gröfsengleich erschienen.

Beide Sehproben befinden sich auf weifsem Grund. Infolge des Sieges der Konturen über einen neutralen Grund erscheinen die Buchstaben, vorausgesetzt, dafs für richtige Akkommodation gesorgt wird, deutlich. Die Bogen sind von je einer Lampe beleuchtet, deren direkte Strahlen von den Spiegeln, bzw. vom Auge der Vp., durch einen dazwischen gestellten Schirm abgehalten werden.

Ich stellte nun der Vp. die Aufgabe, auf die linksbefindliche ferne Ziffer (eine „5") zu akkommodieren. Da die Akkommodation in beiden Augen die gleiche ist, so erscheint alsdann das Spiegelbild der rechtsbefindlichen nahen Ziffer in Zerstreuungskreisen. Der Forderung konnte von sämtlichen Versuchspersonen mit normalen Augen mühelos entsprochen werden.

Setzt man nun vor das rechte Auge eine sehr schwache Konvexlinse, so wird die Deutlichkeit der rechtsgelegenen Ziffer ein wenig erhöht, während die links befindliche nach wie vor in voller Klarheit erscheint, da die Vp. das Bestreben, die linke Zahl deutlich zu sehen, während des ganzen Versuches beizubehalten hat. Auch dieser Aufgabe wurde mühelos entsprochen. Ich verschaffte mir nun die Kollektion der Konvexlinsen innerhalb des Intervalles von 0,25 bis 2,75 D. Ich hielt nun eines der Gläser dicht vor das rechte Auge der Vp. und forderte von ihr möglichste Einprägung des Bildes, wozu ich ihr hinreichend Zeit liefs. Nach der Wiederentfernung des Glases vom Auge wurde so rasch wie möglich eine andere Linse des Intervalls vorgesetzt, und die Frage gestellt, in welchem der beiden Fälle die rechtsstehende Ziffer deutlicher gewesen sei. Schon nach wenigen dieser paarweisen Darbietungen zeigte sich die Lage des kritischen Punktes, indem eine ganz bestimmte Linse stets als die günstigere gegenüber allen mit ihr verglichenen bezeichnet wurde; dieses etwas primitive Verfahren erwies sich darum als

völlig ausreichend, weil sich von den vier Vpn.[1] drei (H. Prof. Müller, Jaensch, K. Schaper) bei noch so häufiger Darbietung in den verschiedensten Kombinationen stets, und zwar von Anfang an, für eine einzige Linse entschieden, während die Vp. Hering im Anfang von zwei in der Kollektion benachbarten Linsen bald die eine, bald die andere für die günstigere erklärte, bei weiteren Vorführungen aber, innerhalb welcher auch das Paar der strittigen Gläser unwissentlicherweise immer wiederkehrte, mit ausnahmsloser Konstanz ein bestimmtes Glas bevorzugte. Die Linse nun, für welche sich die Vpn. entschieden, war in allen vier Fällen die gleiche; ihre Stärke betrug 1,75 D. Diese Uebereinstimmung erklärt sich, gleich der grofsen Konstanz der Urteile, daraus, dafs es sich um eine Ermittelung wesentlich physikalischer Natur handelt. Einige Einzelheiten der Versuchsanordnung mögen noch Erwähnung finden.

Die Vp. nimmt vor einem Tische Platz. Für gleichbleibende Kopfhaltung wird Sorge getragen einerseits durch eine Kinnstütze; da diese auch bei festaufgelegtem Kinn noch Drehungen des Kopfes in sagittaler Richtung gestattet, so wird seitlich von der Vp. eine Spitze aufgestellt, welche ein- für allemal mit dem Irisrand scheinbar zusammenfallen mufs, wenn der seitlich stehende Versuchsleiter das Auge der Vp. von einem Punkte aus betrachtet, der in der Ebene der Iris der Vp. liegt. Von dem (stets zuverlässigeren) Schellackgaumen wird darum hier abgesehen, weil aufserordentlich geringe Kopfbewegungen, welche

---

[1] Die Vpn. Hering (Kandidat des höheren Lehramts), Jaensch, K. Schaper sind Emmetropen. Herr Prof. Müller, der Myop ist, trug seine „Fernbrille". Auch seine Augen waren also für die ferne Ziffer akkommodiert. — Was die Isometropie betrifft, so läfst sich ihr Vorhandensein mittels der gleichen Versuchsanordnung leicht feststellen. Ist die Entfernung der rechten Ziffer vom rechten Auge dieselbe wie die der linken Ziffer vom linken Auge, so sieht der Isometrop beide Ziffern gleich deutlich; der Anisometrop nimmt einen Unterschied in der Schärfe wahr, welcher durch Vorsetzen eines Glases vor ein Auge verringert bzw. aufgehoben wird. Zwei Versuchspersonen mufsten wegen Anisometropie ausgeschieden werden. Eine derselben wurde auf diesem Wege zum ersten Male auf ihre Anomalie aufmerksam. — Hering, Jaensch, K. Schaper sind Isometropen und Emmetropen, was bei J. auch durch augenärztliche Untersuchung bestätigt ist. Bei Herrn Prof. M. ist die Anisometropie, falls überhaupt vorhanden, nur geringfügig; er trägt, entsprechend dem Ergebnisse einer vor relativ nicht langer Zeit geschehenen augenärztlichen Untersuchung, gleiche Brillengläser.

keine der beiden in Betracht kommenden Entfernungen merklich ändern, zuweilen sehr dienlich sind, um die beiden Spiegelbilder im Gesichtsfeld zur unmittelbaren räumlichen Benachbarung zu bringen. Denn um die Geduld der Vp. nicht auf eine zu harte Probe zu stellen, hatte der Vl. die Objekte zuvor so eingestellt, dafs sie für seine Augen im Gesichtsfeld unmittelbar aneinanderstiefsen. Die Einstellung gilt dann für jede andere Vp. nur nahezu; denn kleine Differenzen ergeben sich mit geometrischer Notwendigkeit aus dem Umstand, dafs die Pupillendistanz bei verschiedenen Individuen nicht gleich ist.[1]

Da aufser der Benachbarung der beiden Spiegelbilder nur eine bestimmte Entfernung derselben von den bezüglichen Augen gefordert wird, so mufs über den Ort, an welchem das Objekt erscheinen soll, zum Zwecke der Konstruktion eine willkürliche Festsetzung getroffen werden. Die Vp. wird die Objekte am ungezwungensten betrachten und vergleichen können, wenn dieselben in unmittelbarer Nachbarschaft der Medianebene erscheinen. Da kleine Verschiebungen durch sehr geringfügige Kopfbewegungen immer auftreten, der Fall, dafs sich die virtuellen Bilder bei einer bestimmten Aufstellung dauernd decken werden, also nicht zu befürchten ist, so treffen wir die Festsetzung, dafs beide Bilder in der Medianebene erscheinen sollen.

Damit die Spiegel auf einem über der Tischplatte in Augenhöhe der Vp. angebrachten Podium stehen konnten, wurden auf der Rückseite der Spiegel an ihrem unteren Ende Klötzchen aufgeleimt.

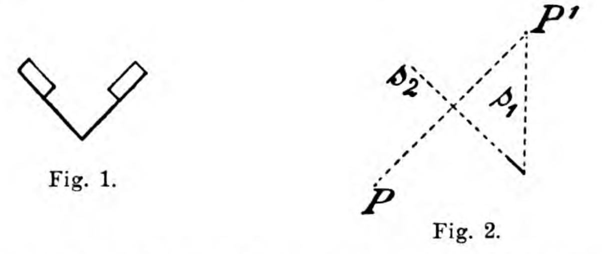


Fig. 1.

Fig. 2.

Die Linie, in welcher die Medianebene das Podium, weiterhin die Tischplatte, dann den Fufsboden schneidet, wurde auf dem Podium durch einen kleinen Bleistiftstrich, ferner auf Tisch-

[1] Bei Strabismus gilt natürlich diese Einstellung nicht einmal annähernd.

platte und Fuſsboden durch einen Kreidestrich bezeichnet (s_1 in Fig. 2). Zunächst wird der linke Spiegel in einem spitzen, übrigens beliebigen Winkel zu der soeben gezogenen Bleistiftlinie so aufgestellt, daſs sein vorderes Ende in diese Linie fällt. Hierauf deuten wir die Verlängerung des unteren horizontalen Spiegelrandes auf Tisch und Fuſsboden abermals durch einen Kreidestrich an (s_2).

Das virtuelle Bild des linken Objektes soll in der Medianebene in einer Entfernung von 440 cm von der Vp. liegen. Diese Stelle liegt demnach auf einem auf dem Fuſsboden errichteten Lote, dessen Fuſspunkt P^1 von dem durch den Schnittpunkt der unteren Spiegelkanten bestimmten Anfang der Linie s_1 440 cm entfernt ist. Wo muſs das Objekt P liegen, damit sein Bild in das über P^1 errichtete Lot falle? Die Antwort lautet: in den in bezug auf die Verlängerung der Spiegelebene zum Bildpunkt symmetrischen Punkt. Wir ziehen also in der Ebene des Fuſsbodens von P^1 aus das Lot auf die Linie s_2 und verlängern dasselbe über den Schnittpunkt hinaus um sich selbst. So gelangen wir zum Punkte P, den wir gleichfalls bezeichnen. Senkrecht über diesem, in Augenhöhe der Vp., muſs das Objekt angebracht werden, soll sein Spiegelbild die vorgeschriebene Lage besitzen.

Die Genauigkeit der Konstruktion prüfte ich, indem ich den Spiegel durch eine im übrigen ganz gleichartige unbelegte Glasplatte ersetzte. Wurde die dem Auge abgewandte Seite der Glasplatte leicht behaucht, so fiel das Spiegelbild des schmalen senkrecht über P angebrachten Objektes mit einem in P' vertikal aufgestellten, durch die Platte hindurch gesehenen Stabes zusammen.

Die Aufstellung des rechts gelegenen Objektes konnte auch mittels des entsprechenden Versuches erfolgen. Eine zweite unbelegte Glasplatte wird in bezug auf die Medianebene zur ersten Platte symmetrisch aufgestellt. Nehmen wir einen Augenblick an — wir werden das Recht zu dieser Annahme erweisen (S. 24) — das rechte Auge sei der Oberfläche des rechten Spiegels nicht nur sehr nahe, sondern falle mit einem Punkte derselben zusammen, so wird der Forderung, daſs das Spiegelbild 44 cm vom Auge entfernt erscheine, stets dann genügt, wenn das Objekt auf einem um das Auge (A) mit dem

A

Fig. 3.

Radius 44 cm geschlagenen Kreise liegt. Der Kreis wurde auf dem Podium konstruiert. Das an einem Ständer angebrachte Objekt wurde senkrecht über dem Kreise und längs desselben verschoben, bis das Objekt mit dem Stabe und dem Spiegelbilde des linken Objektes zusammenfiel. Nun lag auch das Spiegelbild des rechten Objektes annähernd in der Medianebene. Die unbelegten Glasplatten konnten jetzt wieder durch die Spiegelscheiben ersetzt werden.

Ermittelte ich nun die Lage der Spiegelbilder, indem ich in der obigen Weise vom Fuſspunkte des Objektes aus ein Lot auf die Verlängerung des Spiegels fällte und dasselbe um sich selbst verlängerte, so war der so erhaltene Punkt nur um wenige Millimeter von der Medianebene entfernt, und seine Entfernung vom Auge des Beobachters betrug etwa 45 cm anstatt 44 cm. Daſs diese Differenz, an der unsere vereinfachende Annahme vom Hineinfallen des Auges in die Spiegeloberfläche mit Schuld trägt, keine Fehlerquelle darstellt, wird sich zeigen. Die Differenz ist darum klein, weil ich die Augen so nahe wie möglich an die Spiegeloberfläche herangebracht hatte. Sehr annähernd die gleiche Stellung nahmen die Augen der anderen Vpn. ein, da bei ihnen der seitlich aufgestellten oben erwähnten Spitze der gleiche Standort zugewiesen worden war. Die Differenz wurde übrigens bei allen Vpn., mit Ausnahme des Herrn Prof. M., nach Vollzug der (etwas umständlichen) Kontrolle durch entsprechendes Näherrücken des rechten Objektes ausgeglichen. Hierauf wurde die Linsenwahl nochmals auf ihre Richtigkeit geprüft.

War die Linse bei bestimmter fester Aufstellung der Objekte gewählt worden, so wurde noch ermittelt, wie weit das rechts gelegene Objekt, unter andauernder Fixation des links gelegenen, dem Spiegel genähert, und wie weit es von ihm entfernt werden konnte, ohne unscharf zu werden. Es ergab sich, daſs die Grenzpunkte folgende Abstände von der Vp. hatten. Bei Annäherung:

$42^1/_2$ (H. Prof. Müller), 41 (Hering, K. Schaper), 40 (Jaensch);

bei Entfernung:

47 (Jaensch), $47^1/_2$ (H. Prof. Müller), 48 (K. Schaper), 49 (Hering).

Auch wenn die Differenz nicht ausgeglichen worden wäre, so würde also der Zustand der Linse doch derselbe sein, wie in dem eigentlich zu untersuchenden Falle.

Unsere Versuchsanordnung nötigt zu dem ganz bestimmten Akkommodationsaufwand für die Entfernung von 440 cm; ebenso ist durch die feste Aufstellung beider Objekte ein ganz bestimmter

Konvergenzaufwand vorgeschrieben. Aus den Beobachtungen mittels der unbelegten Glasplatten geht hervor, daſs, wenn die Augen nach dem in der Entfernung von 440 cm aufgestellten Stabe konvergierten — dieser selbe Konvergenzaufwand ist ja bei dem eigentlichen Versuch mit der durch die Versuchsumstände geforderten Akkommodation assoziiert — daſs alsdann das Spiegelbild des linken Objektes auf die Richtungslinie des linken Auges, das des rechten Objektes auf die Richtungslinie des rechten Auges fiel. Es besteht also keine Diskrepanz zwischen der durch die Versuchsumstände direkt geforderten Konvergenz und derjenigen, welche mit der direkt geforderten Akkommodation assoziiert ist.

Dieser Umstand ist darum von Wichtigkeit, weil die Lösung des natürlichen Zusammenhangs zwischen Akkommodation und Konvergenz manchen Individuen nur innerhalb enger Grenzen gelingt, oder doch wenigstens unangenehme Empfindungen verursacht, welche den Urteilsvorgang ungünstig beeinflussen können. Die letzte Art der Störung machte sich bei mir bei zu groſser Diskrepanz geltend. Um für den Vergleichsvorgang die möglichst günstigen Bedingungen herzustellen, wurde die eben geschilderte Versuchsanordnung gewählt, welche sonst, namentlich was die Aufstellung des näheren Objektes betrifft, etwas umständlich erscheinen könnte. Hierzu kam freilich noch ein anderer, sogleich zu erwähnender Grund.

Diese Versuchsanordnung gestattete mit einer geringen Modifikation auch die Linsenwahl bei Herrn Prof. M., für den die Sehproben wegen seines bei gewissen Blickrichtungen hervortretenden Strabismus durch einen weiten Abstand getrennt erschienen, wenn sie für normale Augen zur unmittelbaren Nachbarschaft gebracht worden waren. War die Sehprobe der rechten Seite in der Regel fest aufgestellt, so wurde sie nun an einem kleinen Ständer befestigt, welcher von dem Beobachter selbst längs des für die Lage der Sehprobe geforderten geometrischen Ortes, des um das Auge mit einem Radius von 44 cm geschlagenen Kreises, solange bewegt werden konnte, bis der horizontale Abstand hinreichend klein geworden war. Wurde rechts, wie auch sonst stets, nur e i n e Sehprobe angebracht, so war die rechte Sehprobe von der der linken Seite nun immer noch durch einen erheblichen Abstand in vertikaler Richtung getrennt. Dieser Übelstand lieſs sich dadurch beseitigen, daſs an dem verschiebbaren Ständer nicht nur eine, sondern eine ganze Reihe senkrecht übereinander stehender gleicher Sehproben angebracht wurde. Irgend eine dieser Sehproben erschien dann in gleicher

Höhe wie die Sehprobe der rechten Seite und konnte mit ihr verglichen werden.

Die Versuchsanordnung wurde auch dazu benutzt, um den Satz von der Unabhängigkeit der Helligkeit des Gegenstandes von der Entfernung des Objektes nochmals nachzuprüfen. Anstatt der Sehproben befand sich rechts und links je eine mit schwarzem Papier überzogene Ebene. Diese Ebenen waren so aufgestellt, daſs ihre Verlängerungen mit denen der Spiegel dieselben Winkel bildeten. Auf jeder dieser Ebenen befand sich ein graues Quadrat; die Seiten der beiden Quadrate, welche im Gesichtsfelde nebeneinander erschienen, verhielten sich wie 1 : 10. Die Beleuchtung war bei beiden die gleiche und erfolgte durch je eine Auerlampe, deren Lage relativ zu dem Quadrate in beiden Fällen die gleiche war. Auf gleichmäſsiges Brennen beider Lampen wurde geachtet. Direkt das Auge treffende Strahlen wurden durch je einen Schirm abgehalten. Beobachtete ich nun in derselben Weise wie zuvor, indem ich das rechte Auge mit 1,75 D bewaffnete, so konnte ich bei den unmittelbar nebeneinander erscheinenden Quadraten einen Helligkeitsunterschied in irgend einer Richtung nicht mit Sicherheit bemerken. In diesem Falle war für jedes der beiden Quadrate akkommodiert.

d) Wir wiederholen nun den zweiten Aubertschen Versuch mit der einen wesentlichen Modifikation, daſs wir im Falle des groſsen fernen Prüfungsobjektes zwar mit unbewaffnetem Auge betrachten, bei der kleinen, in der Nähe aufgestellten Versuchsanordnung hingegen das beobachtende Auge mit der Linse 1,75 D versehen, welche bewirkt, daſs sich der Krümmungszustand der Linse gegenüber dem erstgenannten Falle nicht ändert. Daſs wir nicht genau dieselben Entfernungen wählen, wie Aubert, ist für den Ausfall der Versuche belanglos.

Das Prüfungsobjekt — zwei schwarze Quadrate von der Seitenlänge 4,5 bzw. 45 mm und mit ebenso groſsem Abstand — ist auf einem grauen Karton (*c*) angebracht, welcher in vertikaler Richtung gegen die senkrecht unter der Mitte des Prüfungsobjektes angebrachte und während des Versuches zu fixierende Spitze (*f*) längs einer Stange (*s*) verschiebbar ist; die Verschiebung wird von der Vp. durch Ziehen an einer Schnur bewirkt; mittels der an dem Vorsprung (*v*) des den Karton tragenden Teiles angreifenden und über die Rolle (r_1) laufenden Schnur wird der Abstand zwischen

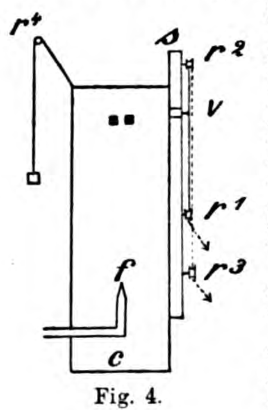


Fig. 4.

Prüfungsobjekt und Fixierpunkt verkleinert. Der Vergröſserung des Abstandes dient eine von *v* aus zur Rolle (r_2) emporsteigende und von dort zur Rolle (r_3) hinablaufende Schnur.

Damit der Karton (c) dem Zuge in gleichmäſsiger Weise Folge leistete, muſste bei der groſsen Versuchsanordnung an der oberen freien Ecke mittels einer über die Rolle (r_4) laufenden Schnur ein Gegengewicht angreifen.

Da nach dem A. F. G. das kleine nahe Objekt in betreff der peripheren Sehschärfe günstiger gestellt ist, als das groſse ferne, und da andererseits die periphere Sehschärfe mit Verstärkung der Beleuchtung zunimmt, so muſs bei unseren Versuchen die Beleuchtung des groſsen Kartons entweder gleich intensiv oder intensiver sein als die des kleinen nahen. Ergibt sich dann eine Differenz im Sinne unseres Satzes, so kann dieselbe nicht durch die Verschiedenheit der Beleuchtungsstärken hervorgerufen sein. Aus dem genannten Grunde wurde die groſse Versuchsanordnung in gröſserer Nähe des Fensters angebracht, während der die kleine Versuchsanordnung tragende Tisch unmittelbar daneben, aber vom Fenster etwas weiter entfernt aufgestellt wurde. Daſs die Beleuchtung des groſsen Kartons in allen seinen Teilen zu den in Betracht kommenden Tageszeiten mindestens ebenso intensiv war, wie die des kleinen Kartons, davon überzeugte ich mich, indem ich die Felder mittels zweier durchlochter Kartons betrachtete, deren Öffnung nur einen kleinen Teil des betreffenden Feldes freigab.[1] Die Herstellung der Bogen in Breiten, welche sich gleichfalls wie 1 : 10 verhielten, stieſs auf technische Schwierigkeiten, weil hierbei entweder die Dimensionen der kleinen Versuchsanordnung zu winzig, oder die der groſsen zu schwerfällig wurden. Obwohl nun der kleine Karton in einer Breite von 15 cm, der groſse in einer Breite von 22,5 cm hergestellt wurde, so wurde doch etwaigen auf die Verschiedenheit der Lichtzerstreuung in den Vergleichsfällen fuſsenden Einwänden dadurch vorgebeugt, daſs ein erheblicher Teil der ohnehin nur sehr wenig kontrastierenden Wand eine Einkleidung mit Papier von der Helligkeit des Kartons erfuhr.

---

[1] Betrachtet man zwei an einer Wand in etwas verschiedener Entfernung vom Fenster angebrachte Papierstreifen, so läuft man infolge des ausgleichenden Einflusses der Gedächtnisfarbe Gefahr, den Unterschied ihrer Helligkeiten zu unterschätzen.

Die Kopfhaltung wurde bei H. Prof. M. und K. SCHAPER durch eine Kinnstütze, bei HERING und JAENSCH durch ein Gebifs fixiert; vor jeder Runde und nach jeder Pause innerhalb der einzelnen Runden prüfte ich bei der kleinen Versuchsanordnung die Konstanz der Kopfhaltung, indem ich den Abstand zwischen dem Karton und der Ebene der Iris durch Anlegen eines Lineals und Beobachtung in der Ebene der Iris mafs[1], eine Mafsnahme, die sich bei der fernen Versuchsanordnung wegen der Gröfse aller hier in Betracht kommenden Dimensionen erübrigte.

Selbstbeobachtungen der Vpn. H. Prof. MÜLLER, HERING und JAENSCH ergaben übereinstimmend, dafs die Zeit der Darbietung von wesentlichem Einflufs auf den Charakter des von den Quadraten erzeugten Eindrucks ist. Es war also nötig, die Zeit der Betrachtung festzulegen.

Für jede Vp. wurde eine ihr bequem erscheinende Zeitdauer ermittelt, d. h. eine Zeit, die zur Aufnahme des Eindrucks und zur Fällung des Urteils ausreichte, ohne durch übergrofse Länge ermüdend zu wirken. Schlug das Metronom annähernd Sekunden, so war diese Zeit bei H. Prof. MÜLLER, JAENSCH, SCHAPER gleich dem von vier Schlägen, bei HERING gleich dem von drei Schlägen begrenzten Intervall. Da die Quadrate infolge der erhöhten Empfindlichkeit der Netzhautperipherie für Bewegungen während der Bewegung erheblich früher erscheinen, und da andererseits der Vp. bei ihrer ohnehin nicht ganz leichten Aufgabe nicht noch die Mühe des Signalisierens aufgebürdet werden konnte, so achtete der Vl. auf den Moment, in welchem die Vp. eine Verschiebung beendet hatte, signalisierte zunächst den Beginn des Versuches durch Zuruf des Wortes „nun" und begleitete alsdann vier bzw. drei Schläge des Metronoms durch lautes Mitzählen.

Um den Einflufs der Dauer der Darbietung etwas näher hervortreten zu lassen, seien einige Beobachtungen der Vpn. mitgeteilt. Bei „1", sagt z. B. Herr Prof. MÜLLER aus, wird der Blick auf das Fixierzeichen geworfen; hierbei ist die Getrenntheit noch deutlich. Beim zweiten Signal, bei welchem der Blick schon zur Ruhe gekommen ist, ist sie gleichfalls immer noch, bei „3" fast immer noch unverkennbar; erst bei „4" ist die Ge-

---

[1] Wo ich selbst als Vp. diente, erreichte ich die Konstanz durch Hinzufügung einer Stirnstütze.

trenntheit verschwunden. (Die Beobachtung bezieht sich auf den Fall, in welchem der Abstand zwischen dem Fixierpunkt und den Quadraten vergröfsert wird.) Das Urteil erfolgt nach dem bei „4“ erhaltenen Eindruck“.[1]

Auch Vp. Hering hob spontan die starke Abhängigkeit der Erscheinung von der Darbietungszeit hervor. Beim ersten Auftreten der Getrenntheit verschwände dieselbe im nächsten Augenblicke wieder. Man müsse die Quadrate dem Fixierzeichen erheblich nähern, bis sie von Bestand sei. Ich selbst hatte mir schon vorher Ähnliches notiert.

Bei schwierigen Versuchen — Peripheriebeobachtungen sind stets hierzu zu rechnen — mufs durch eine genaue Instruktion dafür Sorge getragen werden, dafs das innere Verhalten der Vp. ein eindeutig bestimmtes und konstantes ist. Die Instruktion kann in vielen Fällen endgültig erst dann gegeben werden, wenn man sich in Vorversuchen über die möglichen inneren Verhaltungsweisen orientiert hat. So machte z. B. Herr Hering, während der Vorversuche danach befragt, welches Bild sich ihm in dem Augenblicke, in welchem er das Urteil „soeben getrennt“ abgäbe, eigentlich darbiete, die Angabe, er sähe einen von dunklen Partien begrenzten weifsen Strich; ob aber diese dunklen Partien Punkte seien, d. h. ob jenseits der dunklen Stellen wieder heller Hintergrund liege, diese Frage sei nicht mit Bestimmtheit zu beantworten. Der Eindruck könnte auch von zwei schwarzen Flächen herrühren, die sich von dem Strich aus nach oben und nach den Seiten in unübersehbare Ferne erstrecken.

Als nach einer anderen Einstellung innerhalb der Vorversuche die Frage wiederholt wurde, war der Anblick dem zweier Halbinseln vergleichbar. Hier waren die seitlichen Teile des Hintergrundes schon deutlich sichtbar, aber oberhalb der Quadrate überwog der Eindruck der dunklen Masse. Freilich dürfte es nicht allzuviel ausmachen, ob sich die Vp. des einen oder des anderen, wenn sie sich nur stets des gleichen Kriteriums bedient. Allein aus den angeführten Beobachtungen sieht man bereits, dafs dieser Fall nicht notwendigerweise eintritt, wenn sich die

[1] Wir kommen auf diese Beobachtungen später ausführlicher zurück. Schon hier sei hervorgehoben, dafs der rasche zeitliche Abfall nicht allein auf die erhöhte Empfindlichkeit für Bewegungen zurückgeführt werden kann, da der steilste Abfall nicht zwischen „1“ und „2“, sondern zwischen „3“ und „4“ zu liegen scheint.

Instruktion auf die Forderung der „Getrenntheit“ beschränkt, ohne das Bild, welches sich in allen Fällen darbieten soll, näher zu determinieren. Denn das zweitgenannte Kriterium war offenbar strenger als das erste.

Die Möglichkeit weiterer Eigentümlichkeiten des sich darbietenden Eindrucks geht aus Beobachtungen von Herrn Prof. Müller hervor. Die Deutlichkeit und Eindeutigkeit der Erscheinung ist nicht im entferntesten zu vergleichen mit derjenigen bei direkter Betrachtung. Die Punkte brauchen durchaus nicht gleich grofs zu erscheinen, auch können sie eine Höhendifferenz aufweisen. Ferner kommen Fälle vor, in denen geschwankt wird, ob nur zwei Punkte vorliegen, ob der eine derselben noch einen eng benachbarten neben sich hat; einer der Punkte könnte auch, wie sich Herr Prof. Müller ausdrückt, „ein Zwilling“ sein.

Ich selbst endlich erblickte bei den ersten Versuchen im folgenden Umstande eine gewisse Schwierigkeit. Wenn ich die Punkte deutlich getrennt wahrnahm, so sah ich wohl den Zwischenraum zwischen den beiden Quadraten als eine ununterbrochene Fläche, mufste aber die Möglichkeit offenlassen, dafs eine feine Verbindung, wie z. B. ein Bleistiftstrich, den ich bei direkter Betrachtung sehr wohl bemerkt hätte, trotzdem vorhanden sei und übersehen worden sein könne. Wenn in der Instruktion nur die subjektive Sicherheit betreffs der s c h e i n b a r e n Getrenntheit gefordert, diejenige betreffs der w i r k l i c h e n Getrenntheit dagegen ausdrücklich als überflüssig bezeichnet wurde, so wird diese Mafsregel an späterer Stelle gerechtfertigt werden.

Auf Grund dieser Beobachtungen wurde folgende Instruktion festgesetzt. Die gesuchte Stellung gilt als erreicht, wenn zwei getrennte Punkte eben gerade bzw. eben nicht mehr sichtbar sind. Gefordert wird, dafs sich die Punkte wirklich als Punkte, d. h. als kleine begrenzte Flächenstücke darstellen, welche allseitig von hellerem Hintergrund begrenzt sind, sowie, dafs der trennende Streifen sicher nicht von irgend welchen Verbindungen unterbrochen erscheine. Gleichgültig aber ist, ob die Punkte als Quadrate erscheinen, und ob der von ihnen hervorgerufene Eindruck überhaupt ihrer sonstigen objektiven Beschaffenheit entspricht. Abzusehen ist auch von allen Reflexionen darüber, ob der trennende Streifen nicht nur scheinbar, sondern auch in Wirklichkeit ununterbrochen ist.

Eine Häufung der Versuche besäfse wenig Zweck, wenn sich die Vp. bei den späteren Einstellungen nicht von dem vorgeschriebenen Kriterium leiten liefse, sondern sich die Gröfse des Abstandes zwischen Testobjekt und Fixierpunkt einfach merkte und den kritischen Punkt immer an derselben Stelle erwartete. Vp. Hering und K. Schaper wurden in den Vorversuchen befragt, ob es ihnen möglich sei, hiervon abzusehen und sich wirklich nur von dem vorgeschriebenen Kriterium leiten zu lassen. Ihre Aussage, dafs dies sehr wohl möglich ist, stimmt auch durchaus mit meinen eigenen Beobachtungen überein. Das Gebot, von solchen sekundären Hilfen zu abstrahieren, wurde darauf auch in die Instruktion aufgenommen.

Wir geben nun die Resultate. Die Zahlen bezeichnen den Abstand des unteren Randes der beiden Quadrate vom Fixierzeichen nach Vollendung der Einstellung. Die Einstellungen der kleinen und der grofsen Versuchsanordnung, sowie die Einstellungen auf „Erscheinen“ und auf „Verschwinden“ der Getrenntheit erhalten die Bezeichnungen „I“ und „II“ bzw. „a“ und „b“.

Herr Prof. Müller:

	I.	
a) 11,2 cm		b) 9,6 cm
	II.	
a) 63,8 cm		b) 53,7 cm

In einer zweiten Runde:

	I.	
a) 12,1 cm		b) 10,4 cm
	II.	
a) 70,0 cm		b) 64,2 cm.

Nehmen wir das Mittel aus den Einstellungen bei der kleinen und aus denen bei der grofsen Versuchsanordnung, so ergibt sich

I. 10,8 cm II. 62,9 cm.

Bei den übrigen Vpn. wurden die Versuche mehr gehäuft. Die Einstellungen von Jaensch und K. Schaper erstrecken sich über 5, diejenigen von Hering über 4 Versuchstage, mit Ausschlufs der Vorversuche. Wir geben bei jeder Vp. die Resultate eines beliebig herausgegriffenen Versuchstages ausführlich, die der übrigen im Durchschnitt.

Vp. Jaensch:

	I.	II.	I.	II.
a)	6,8 cm	25,2 cm	6,7 cm	25,0 cm
b)	6,1 „	23,8 „	6,9 „	22,1 „
a)	7,6 „	23,6 „	7,3 „	24,9 „
b)	5,9 „	22,9 „	6,4 „	24,0 „

Durchschnitt aus den 4 Abteilungen:

I. 6,7 cm (mittl. Abweich. 0,4 cm)
II. 23,9 „ („ „ 0,9 „)

An den übrigen Versuchstagen (mittl. Abweich. in Klammern):

I. 6,8 cm (0,5 cm)	II. 24,7 cm (0,9 cm)
I. 5,8 „ (0,3 „)	II. 21,2 „ (1,1 „)
I. 5,6 „ (0,6 „)	II. 21,1 „ (0,8 „)
I. 6,9 „ (0,5 „)	II. 23,1 „ (0,8 „)

Vp. Hering. Die Vp. erklärte die Einstellungen mittels Entfernung der Quadrate vom Fixierpunkt für unsicherer. Es wurde darum nur auf „Erscheinen“ der Getrenntheit eingestellt.

I.	II.	I.	II.
4,6 cm	27,0 cm	4,0 cm	30,6 cm
4,7 „	26,5 „	4,3 „	33,0 „
4,7 „	30,7 „	4,2 „	31,0 „

Im Durchschnitt:

I. 4,4 cm (0,2 cm) II. 29,8 cm (1,5 cm)

An den anderen Versuchstagen:

I. 3,9 cm (0,2 cm)	II. 31,6 cm (1,0 cm)
I. 4,6 „ (0,3 „)	II. 30,2 „ (0,9 „)
I. 4,1 „ (0,3 „)	II. 31,5 „ (0,7 „)

Bei der Vp. Hering zeigt sich die Aubert-Foerstersche Erscheinung, wie aus den Zahlen hervorgeht, in erheblich schwächerem Maſse. Daſs aber auch bei dieser Vp. die Erscheinung nicht auf die Vorsetzung der Linse bei der kleinen Versuchsanordnung zurückzuführen ist, geht daraus hervor, daſs einige ohne Linse gelegentlich vorgenommene Einstellungen im Gegenteil Werte lieferten, die die höchsten der bei dem in der gewöhnlichen Weise angestellten Versuche auftretenden Werte noch um einige Millimeter übertrafen.

Eine Erscheinung, die sich bei Hering zeigte, ist zu merkwürdig, als daſs sie an dieser Stelle übergangen werden könnte. Am 5. Versuchstage ergaben die ersten beiden an der kleinen Versuchsanordnung vorgenommenen Einstellungen die dem Durchschnitt durchaus entsprechenden Werte 4,2 und 3,9. Plötzlich nach der dritten Einstellung erklärte Vp., aufs höchste überrascht: „Ich weiſs nicht, was mit mir vorgegangen ist; es ist jetzt

„plötzlich ganz anders wie zuvor; ich mufs jetzt die Quadrate viel tiefer „herunterziehen." In der Tat hatte Vp. die Quadrate so weit herabgezogen, dafs dieselben mit ihrem unteren Rande das Fixierzeichen berührten. — Oft wiederholte Versuche und Beobachtungen bei verschiedener Kopfhaltung führten zu keiner Änderung der rätselhaften Erscheinung und ergaben auch keinen Fingerzeig zur Aufklärung. Ebensowenig konnte dieselbe durch Selbstbeobachtung von seiten der Vp. gegeben werden. Sollte es sich, was wohl das Wahrscheinlichste ist, um eine plötzliche Änderung der Urteilsmafsstäbe handeln, so ist hieran jedenfalls auffällig, dafs die Erscheinung mitten in einer Versuchsreihe auftritt, dafs die Vp. davon aufs äufserste überrascht wird, und sie wie ein naturgegebenes Ereignis hinnimmt, und dafs die Selbstbeobachtung keinerlei Aufklärung zu geben vermag.

Vp. K. Schaper:

I.	II.	I.	II.
a) 11,5 cm	a) 56,3 cm	a) 11,2 cm	a) 50,7 cm
b) 9,9 „	b) 47,5 „	b) 11,9 „	b) 57,2 „
a) 10,9 „	a) 55,5 „	a) 10,9 „	a) 59,6 „
b) 9,6 „	b) 60,5 „	b) 12,8 „	b) 57,1 „

Im Durchschnitt:

I. 11,1 cm (0,8 cm)	II. 55,6 cm (3,2 cm)

An den übrigen Versuchstagen:

I. 11,2 cm (1,2 cm)	II. 70,3 cm (5,1 cm)
I. 10,4 „ (0,6 „)	II. 58,5 „ (4,0 „)
I. 12,0 „ (0,9 „)	II. 55,3 „ (2,9 „)
I. 11,4 „ (1,1 „)	II. 53,3 „ (3,4 „)

Es ist also keine Rede davon, dafs die Werte „II" das Zehnfache der Werte „I" betragen. Wir haben jetzt nur noch zu zeigen, dafs das Versuchsergebnis nicht auf einer Fehlerquelle beruhen kann. Die Sehschärfe ist also bei der kleinen Versuchsanordnung gröfser. Dafs das Ergebnis von der Wahl des Netzhautmeridians unabhängig ist, hat schon Aubert gezeigt. Durch rohere Versuche in verschiedenen Meridianen konnte ich mich von der Richtigkeit dieser Angabe überzeugen.[1]

Dafs die Helligkeit der Netzhautbilder im Falle der kleinen nahen Konstellation eher schwächer, jedenfalls nicht stärker ist, als in dem Falle der grofsen fernen, haben wir schon gesehen. Wie steht es aber mit der Gröfse der Netzhautbilder? Ist die Stelle der Netzhaut, auf welcher sich die Doppelquadrate in beiden Konstellationen abbilden, wirklich gleich weit von der Fovea entfernt, wenn die nach dem Testobjekt gezogene Richtungs-

---

[1] Sollten die Einstellungen genau gemacht und in der obigen Weise vorgenommen werden, so wäre die Konstruktion eines besonderen Apparates erforderlich.

linie in beiden Konstellationen mit der Gesichtslinie denselben Winkel bildet?

Erwägen wir diese Frage zunächst für den Fall des von Aubert selbst verwandten Versuchsmodus', so ist sie unbedenklich zu bejahen. Auch in der Ophthalmologie, in der es bei gewissen Fragen mit der Bestimmung der Netzhautbildgröfse sehr genau genommen wird, pflegt man die Annahme zu machen, dafs die für eine akkommodationslose Linse geltende Proportion zwischen der Gegenstandsgröfse und Bildgröfse einerseits, der Gegenstandsweite und Bildweite andererseits, trotz der Änderung des Krümmungsradius der Augenlinse, auch hier ihre Gültigkeit behält. Streng genommen würde sie nur dann gelten, wenn die Achsenlänge des reduzierten Auges bei allen Akkommodationsbeträgen genau die gleiche wäre. „Bei der Akkommodation verschiebt sich der zweite Hauptpunkt des reduzierten Auges ein klein wenig nach hinten; diese Verschiebung ist aber so gering, dafs sie den Werten der Achsenlänge des reduzierten Auges gegenüber vernachlässigt werden kann: bei Akkommodation des emmetropischen Auges auf 13 cm Abstand, also um ca. 8 Dioptrien, beträgt sie nur 0,146 mm, das ist 0,7 % der Achsenlänge.“ [1] (Hess, Die Anomalien der Refraktion und Akkommodation; Graefe-Saemisch, Handbuch d. Augenheilk. VIII, 2, 1903, S. 182.)

Bei Achsenametropie ist das Bild eines in bestimmter Entfernung befindlichen Gegenstandes ebenso grofs, wie im emmetropischen Auge, wenn die Ametropie optisch korrigiert ist. (Vgl. z. B. Hess l. c.)

---

[1] In unserem Falle ist der Unterschied natürlich noch erheblich geringer, weil die bei der grofsen Konstellation auftretende Fernakkommodation noch keineswegs die maximale Abflachung der Linse erfordert, und weil andererseits bei den kleinen Konstellationen durchaus nicht für den Nahepunkt akkommodiert wird. —

Wenn Aubert (Physiol. der Netzhaut S. 244) bemerkt, die Resultate liefsen sich nicht durch die mit der Akkommodation verbundene Verrückung des Knotenpunktes erklären, da der hintere Knotenpunkt bei der Akkommodation für die Ferne gerade nach vorn rücke, das Netzhautbild somit gröfser werde, so ist hierauf zu erwidern, dafs jene Verrückung zwar wegen ihres geringen Betrages vernachlässigt werden kann, dafs sich aber ihre Unschädlichkeit durch das von Aubert hervorgehobene Moment nicht dartun läfst. Aubert denkt hier an die Tatsache, dafs die Deutlichkeit eines peripheren Objektes, und somit auch die des Doppelquadrates mit der Gröfse des von ihm gelieferten Netzhautbildes wächst. Mit demselben Rechte aber könnte man aus der Zunahme der Netzhautbilder folgern, dafs die Erkennbarkeit des Doppelquadrates abnehmen müsse; denn nicht nur das Netzhautbild des peripheren Objektes nimmt an Gröfse zu, sondern auch der Abstand dieses Netzhautbildchens von der Fovea. Es fällt somit auf peripherere, weniger fein empfindende Teile der Netzhaut. Welche der beiden entgegengesetzten Wirkungen überwiegen würde, falls die Änderung der Achsenlänge einen erheblichen Betrag besäfse, läfst sich von vornherein, und vielleicht in dieser Allgemeinheit überhaupt nicht sagen.

Bei dem Aubertschen Versuch in der obigen modifizierten Form tritt ein neues Moment durch die Einführung der Linse auf. Das Netzhautbild ist hier wieder nicht im strengen Sinne demjenigen gleich, welches unter den gleichen Umständen auf Grund der natürlichen Akkommodation entstehen würde. Aber der hieraus erwachsende Fehler ist einerseits wieder von so niederer Gröfsenordnung, dafs er selbst dann vernachlässigt werden könnte, wenn die Resultate des Aubertschen Versuches weniger ausgeprägt und grob wären, als sie tatsächlich sind; andererseits wirkt der hieraus erwachsende geringe Fehler dem soeben besprochenen, aus der geringen Verschiebung des zweiten Hauptpunktes resultierenden, mit dem er ungefähr dieselbe Gröfsenordnung besitzt, entgegen. Bei Vorsetzung einer Konvexlinse nimmt das Netzhautbild ein wenig zu. Das Verhältnis des vergröfserten zum unvergröfserten Netzhautbilde wird ausgedrückt durch die Formel:

$$Q = \frac{\beta''}{\beta'} = \frac{1 + d\,A}{1 + d\,A + d\,D} \quad \text{(vgl. Hess l. c. S. 183f.)}$$

(d Abstand des zweiten Hauptpunktes der Augenlinse vom Linsenscheitel; $A = \frac{1}{a}$; a Abstand des Objektes vom ersten Hauptpunkt der vorgesetzten Linse; D Dioptrienzahl derselben. Alles übrige in Meter ausgedrückt).

Die Formel lehrt, dafs sich Q durch Verkleinerung von d dem Werte „1" beliebig nähern läfst.

Auf experimentellem Wege konnte ich mich von der Richtigkeit dieser Erwägungen mit Hilfe der Versuchsanordnung überzeugen, deren wir uns bei der Linsenwahl bedient hatten. Beobachtete ich, nachdem ich das eine Auge wieder mit 1,75 D bewaffnet hatte, in dieser Versuchsanordnung Gegenstände, welche in den beiden bei unserer Modifikation des zweiten Aubertschen Versuches verwandten Entfernungen aufgestellt waren, und deren Höhen diesen Entfernungen proportional waren, so schienen sich diese in den Spiegeln erscheinenden Gegenstände zu decken.

Groenouw [1], der sich in einer früheren Arbeit mit der Berechnung der prismatischen Wirkung der Brillengläser beschäftigt hatte, mufste bei seinen Untersuchungen über die Gröfse eingeengter Gesichtsfelder bei Änderung der Akkommodation durch vorgesetzte Brillengläser der Gedanke naheliegen, diese Fehlerquelle auszuschalten. In der Tat wirkt für die schräg, z. B. von obenher, einfallenden Strahlen der obere Rand der Linse, vom Zentrum an zunehmend, prinzipiell betrachtet, als ein Prisma. Wie man sich mittels der bekannten Konstruktion des Strahlenganges (vgl. z. B. Riecke, Lehrb. d. Physik, 3. Aufl., 1905, I. Bd. S. 376f.) beim Prisma leicht überzeugt, könnte diese Fehlerquelle höchstens zur Folge haben, dafs die Quadrate noch höher über dem Fixierpunkt erscheinen, also auf noch mehr peripher gelegenen Netzhautstellen abgebildet werden. Nur wenn — im Gegensatz zu dem tatsächlichen Verhalten — die kleine Versuchsanordnung die periphere Sehschärfe ungünstiger erscheinen liefse, als die grofse Versuchsanordnung, könnte man daran denken, jene Fehlerquelle für das Ergebnis ver-

---

[1] Beiträge zur Kenntnis der konzentrischen Gesichtsfeldverengerung. *Arch. f. Ophthalm.* **40**, 2. Abt. S. 176ff.

antwortlich zu machen. (Aber auch dann würde dies, wie wir später sehen werden, kaum mit Recht geschehen.)

Der Zweck unserer Untersuchung läfst somit die Vorsichtsmafsregel GROENOUWS entbehrlich erscheinen. Wir werden daher mit um so gröfserem Rechte von diesem Verfahren absehen können, als dasselbe andererseits vom psychologischen Standpunkt als undurchsichtig bezeichnet werden mufs. Wenn die Linse, wie hier geschieht, nicht unmittelbar vor dem Auge angebracht wird, sondern in einiger Entfernung von demselben, damit die Vp. an dem Glase seitlich vorbeisehen kann, so wirkt auf mich wenigstens der Umstand, dafs ich zwischen Fixierpunkt und Testobjekt nicht nur gleichförmigen Grund, sondern noch etwas anderes, die obere Hälfte der Linse, sehe, störend. Psychologische Faktoren dürfen aber bei Gesichtsfelduntersuchungen nicht geringgeachtet werden.

Dafs weder die durch die Linse bewirkte Gröfsenänderung, noch die Prismenwirkung ihres Randes für die gröfsere periphere Sehschärfe im Falle der kleinen nahen Konstellation verantwortlich ist, geht daraus hervor, dafs ein deutlich erkennbarer Unterschied nicht auftritt, wenn man in dieser Konstellation Einstellungen mit, und solche ohne Linse ausführt. An je zwei Versuchstagen, an denen in der kleinen Konstellation Einstellungen ohne Brillenglas vorgenommen wurden, lieferten JAENSCH und K. SCHAPER folgende Werte (jede Zahl Mittel aus 16 Einstellungen):

J.	K. SCH.
6,6 (mittl. Abw. 0,5)	12,6 (0,7)
6,2 („ „ 0,4)	12,1 (0,9)

§ 2.

Diejenigen meiner Leser, welche die Arbeiten von W. HEINRICH über „die Aufmerksamkeit und die Funktion der Sinnesorgane" (*Zeitschr. f. Psych.* **9**, 1896, S. 352 ff. und **11**, 1896, S. 410 ff.), sowie St. LORIAS „Untersuchungen über das periphere Sehen", (*ibidem* **40**, 1906, S. 160 ff.) kennen, haben vielleicht gegen die bisherigen Ausführungen einen Einwand in Bereitschaft.

Eine etwas gröfsere Ausführlichkeit wird man um so eher entschuldigen, als die HEINRICHschen Untersuchungen, abgesehen von der Bedeutung für unseren speziellen Gegenstand, eines der wichtigsten und allgemeinsten Probleme der Psychologie in ein neues Licht zu rücken beanspruchen.[1]

---

[1] Den anregenden Charakter der HEINRICHschen Arbeiten wird auch derjenige anerkennen, welcher die Schlüsse jenes Autors nicht für ausreichend begründet hält. Dies möge darum ausdrücklich hervorgehoben werden, weil längere kritische Ausführungen so leicht — in diesem Falle aber zu Unrecht — den Eindruck von Animosität erwecken.

Die allgemein verbreitete Ansicht, so führt Heinrich aus, in bezug auf die Tätigkeit der Sinnesorgane bei der Aufmerksamkeit ist die, dafs die Erscheinungen der Aufmerksamkeit von den Sinnesorganen gewissermafsen unabhängig sind. Wohl gibt man zu, dafs die günstige Akkommodation der Sinnesorgane die Einwirkung der Reize begünstigt. Man nimmt aber auch an, dafs die Aufmerksamkeit sich von dem Eindruck abwenden kann, ohne dafs sich an den Sinnesorganen etwas geändert hat. Als ein Hauptvertreter dieser Ansicht wird HELMHOLTZ genannt, dessen grundlegender Versuch in diesem Gebiete uns noch an späterer Stelle eingehender beschäftigen wird, weshalb wir ihn kurz skizzieren müssen.

HELMHOLTZ (Handb. d. phys. Optik II. Aufl., 1896, S. 506) blickte durch zwei Löcher in das Innere eines völlig dunklen Kastens. Den Augen gegenüber war ein mit Buchstaben bedruckter Karton angebracht, welcher mittels eines in dem Kasten überspringenden elektrischen Funkens für aufserordentlich kurze Zeit erleuchtet wurde; vor der elektrischen Entladung erblickt der Beobachter nichts als einen mäfsig erhellten Nadelstich, der den gegenüberliegenden Karton durchbohrt. Dieser wurde fest fixiert und diente zur ungefähren Orientierung über die Richtungen in dem dunklen Felde. HELMHOLTZ fand es möglich, sich vorzunehmen, welchen Teil des dunklen Feldes seitlich von dem fortdauernd fest fixierten hellen Nadelstich er im indirekten Sehen wahrnehmen wollte, und er erkannte bei der elektrischen Beleuchtung dann wirklich einige Buchstabengruppen jener Gegend des Feldes, meist aber mit dazwischen bleibenden Lücken, die leer blieben. „Die Buchstaben des bei weitem gröfsten Teiles „des Feldes waren dagegen nicht zur Wahrnehmung gekommen, „auch nicht immer die in der Nähe des Fixationspunktes. Bei „einer folgenden elektrischen Entladung konnte ich, immer den „Nadelstich fixierend, meine Wahrnehmung auf eine andere Gegend „des Feldes richten und dann dort eine Gruppe von Buchstaben „lesen. Diese Beobachtungen erweisen, wie mir scheint, dafs man „durch eine willkürliche Art von Intention, auch ohne Augen„bewegungen, ohne Änderung der Akkommodation, die Aufmerk„samkeit auf die Empfindungen eines bestimmten Teiles unseres „peripheren Nervensystems konzentrieren und sie gleichzeitig von „allen anderen Teilen desselben ausschliefsen kann.“

HEINRICH erhebt nun die Frage, ob nicht vielleicht bei den

geschilderten Versuchen in dem Augenblicke, in welchem sich die Aufmerksamkeit der Peripherie zuwandte, doch eine Änderung der Akkommodation eingetreten sei, auf deren Rechnung die Deutlichkeitszunahme des Eindrucks gesetzt werden müsse. Man würde in diesem Falle der Aufmerksamkeit die rätselhafte Fähigkeit, Sinnesempfindungen auf einen höheren Grad von Deutlichkeit zu bringen, nicht mehr zuzuschreiben brauchen. — Diese Frage ist in der Tat von grofser Bedeutung, weil die weiteren Erörterungen über das Wesen der Aufmerksamkeit vornehmlich an den Helmholtzschen Versuch angeknüpft haben. —

Heinrich stellte seine eigenen Untersuchungen nach folgender Methode an. Die Vp. fixierte während der ganzen Untersuchung einen mit einem Fixierzeichen versehenen Punkt. Mittels des Ophthalmometers wurde nun zunächst die Gröfse des Pupillendurchmessers bestimmt, und zwar einmal, wenn der Beobachter seine Aufmerksamkeit dem Fixierpunkte, ein andermal, wenn er sie einem peripheren Objekte zuwandte. Der Winkel, den hierbei die nach dem peripheren Objekte gezogene Richtungslinie mit der Gesichtslinie einschlofs, wurde hierbei zwischen 30° und 70° variiert. Das allgemeine Ergebnis der Untersuchung war, dafs sich die Pupille vergröfsert, wenn sich die Aufmerksamkeit von dem zentralen Objekte ab- und einem peripheren zuwendet. Auf weitere Einzelheiten müssen wir an späterer Stelle zurückkommen.

Da bekanntlich Änderungen des Akkommodationszustandes stets von solchen des Pupillendurchmessers begleitet sind, so lag die Vermutung nahe, dafs das ursprüngliche Phänomen in einer Abflachung der Linse bestehe, und dafs die Vergröfserung der Pupille nur als Begleiterscheinung dieser primären Änderung aufzufassen sei. Die Bestimmung des Krümmungshalbmessers mit Hilfe des Ophthalmometers ergab in der Tat, dafs sich die Linse bei Wendung der Aufmerksamkeit nach der Peripherie etwas abflacht.

Zur Erklärung der Erscheinung stellt Heinrich folgende Überlegung an.

Besteht ein brechendes System aus einer beliebigen Anzahl von zentrierten kugeligen Flächen, und befindet sich der Objektpunkt auf der optischen Achse, so werden die von dem Punkte ausgehenden Strahlen wiederum in einem Punkte vereinigt. Ist hingegen eine der Begrenzungsflächen von zylindrischer Gestalt,

so schneiden sich die von einem Punkte ausgehenden Strahlen in zwei hintereinander gelegenen und aufeinander senkrecht stehenden Linien; das System ist ein astigmatisches.

Eine solche astigmatische Abbildung liefern nun auch die seitlich einfallenden Strahlen bei Medien, welche durch kugelige zentrierte Flächen getrennt sind.[1]

Zieht man nur ein unendlich dünnes Strahlenbündel in Betracht, und berücksichtigt man nur Strahlen, die durch das optische Zentrum der Linse gehen, so steht die erste Brennlinie senkrecht zur Einfallsebene der Strahlen, die zweite hingegen liegt in der Einfallsebene und ist, wenn man die erste Annäherung betrachtet, zum Leitstrahl senkrecht. Nach den Berechnungen von Rasmus und Wauer (Math. Theorie der Periskopie der Kristalllinse, *Pflügers Archiv* **20**), liegt die erste Brennlinie vor, die zweite hinter der Netzhaut.[2]

Heinrichs weiteren Ausführungen liegt nun offenbar die Voraussetzung zugrunde, dafs ein peripher gesehenes Objekt die gröfstmögliche Deutlichkeit besitzt, wenn es nicht in Zerstreuungskreisen oder Zerstreuungsellipsen auf der Netzhaut erscheint, sondern wenn die von den einzelnen Punkten erzeugten Brennlinien in die Fläche der perzipierenden Elemente fallen. Er schliefst nämlich (*Zeitschr. f. Psychol.* **11**, S. 184) folgendermafsen: „Kommen wir jetzt auf die Ergebnisse unserer Untersuchungen

---

[1] Ch. Sturm, Mémoire sur l'optique. *Journ. d. Mathém. pures et appl.* 1888. — L. Hermann, Über schiefen Durchgang von Strahlenbündeln durch Linsen und eine darauf bezügliche Eigenschaft der Kristalllinse. Gratulationsschrift der med. Fak. in Zürich an C. Ludwig 1874. — Neumann, Über die Brechung eines unendlich dünnen Strahlenbündels. Ber. der sächs. Ges. 1880.

[2] Peschel (Experimentelle Untersuchungen über die Periskopie der Kristalllinse. *Pflügers Arch.* **20**) bestimmte an Kristalllinsen, welche Tieraugen entnommen waren, die Lage der Brennlinien mittels Mikroskops. Der tatsächliche Ort der ersten Brennlinie stimmt nach diesen Beobachtungen mit dem berechneten nahezu völlig überein, während die zweite Brennlinie der Netzhaut in Wirklichkeit ein wenig näher liegt. Untersuchungen desselben Autors am menschlichen Auge, bei denen einerseits horizontale, andererseits vertikale Liniensysteme so nahe an das Auge herangebracht wurden, dafs diese Objekte eben gerade noch in ihre Elemente aufgelöst werden konnten, lassen die tatsächliche Entfernung der beiden Brennlinien, die sog. Brennstrecke, kürzer erscheinen als die berechnete (Über den Astigmatismus des indirekten Sehens, *Pflügers Arch.* **18**).

„zurück, so zeigten dieselben, dafs die Linse bei Einstellung auf „das paraxiale Objekt immer flacher war, als bei der Einstellung „auf das in derselben Entfernung zentral liegende Objekt. Fallen „die Brennlinien bei der zentralen Akkommodation (wenn wir uns „dieses Ausdruckes der Kürze halber bedienen wollen), die erste „innerhalb, die zweite aufserhalb der Retina, so werden sie durch „die Abflachung der Linse weiter hinausgeschoben, wodurch die „1.Brennlinie der Retina angenähert wird. Daraus resultiert, dafs „das Auge paraxial auf die erste zur Einfallsebene senkrechte „Brennlinie akkommodiert."

Heinrichs Erörterungen liegt also die Voraussetzung zugrunde, dafs das im Auge entworfene Bild bei Einstellung der Akkommodation auf eine der beiden Brennlinien die gröfstmögliche Schärfe besitze. Diese Anschauung, welche hier in Gestalt einer als selbstverständlich angenommenen Voraussetzung auftritt, wurde früher auch auf ophthalmologischem Gebiete von autoritativer Seite vertreten. So sprach Javal 1865 (zit. nach Hess, Graefe-Saemich l. c.) die Hypothese aus, dafs der Astigmatiker auf die vertikale Brennlinie akkommodiere; nach Mauthners[1] Vermutung hingegen stellt er sein Auge entweder auf die horizontale oder auf die vertikale Brennlinie ein. Hess[2] hat die Frage einer experimentellen Prüfung unterzogen. Dieser Forscher machte ein photographisches Objektiv durch Vorsetzen einer Zylinderlinse astigmatisch und untersuchte die Erkennbarkeit des Bildes einer Druckschrift an verschiedenen Stellen der Brennstrecke. Es zeigte sich, dafs das Bild der Schrift bei Einstellung auf den Brennkreis, die Stelle, an welcher sich ein Punkt als Kreis abbildet, verhältnismäfsig am leichtesten und weitaus leichter zu erkennen war, als bei Einstellung auf die Brennlinien. Wir empfehlen dem geneigten Leser die Betrachtung der sehr instruktiven photographischen Aufnahmen, welche der Autor an verschiedenen Stellen der Brennstrecke gemacht hat. War auf die Zerstreuungskreise eingestellt, so erstreckt sich die Abschwächung der Deutlichkeit ganz gleichmäfsig auf alle Bestandteile der Schriftzeichen, liefs jedoch deren Form noch recht gut erkennen. Befindet sich hingegen die Platte am Orte der hori-

[1] Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges. Wien 1876. 24. Vorlesung.

[2] Arbeiten aus dem Gebiete der Akkommodationslehre II. *Arch. f. Ophthalm.* 42, 1896.

zontalen Brennlinie, so sind zwar alle horizontalen Striche der Schriftzeichen durchaus deutlich und scharf begrenzt, schärfer als im vorigen Falle; die vertikalen Striche hingegen sind nur ganz schattenhaft angedeutet und verschwinden stellenweise gänzlich. Die Deutlichkeit der schrägen Linien nimmt eine Mittelstellung zwischen der der vertikalen und horizontalen Strecken ein. Hieraus folgt natürlich, daſs die Buchstaben fast unkenntlich werden. Wird auf die vertikale Brennlinie eingestellt, so ergibt sich ein analoges Resultat; es tauschen hier nur vertikale und horizontale Strecken ihre Rollen.

Dieses Verhalten erscheint übrigens von vornherein als sehr wahrscheinlich.

Durch weitere Versuche, betreffs deren auf die Originalarbeit verwiesen werden muſs, zeigte Hess, daſs das Sehorgan, sowohl das von Natur astigmatische, wie das künstlich astigmatisch gemachte, sehr annähernd für diejenige Stelle der Brennstrecke akkommodiert, an der nach der Rechnung der Brennkreis liegen muſs.[1]

Die eingangs erwähnte Voraussetzung ist demnach unhaltbar. Auch bei Heinrich bestand ja, wie bei Hess, das Objekt in Buchstaben.

Allein die bisherigen Erörterungen würden nur zu einer Modifikation der Theorie, nicht zu einer Aufgabe derselben nötigen. Die Brennlinien stehen aufeinander senkrecht. Nach der Sturm-Hermannschen Theorie, welche Heinrich seinen Ausführungen zugrunde legt, bilden die beiden Brennlinien bei Astigmatismus infolge von schiefer Inzidenz auch mit dem Leitstrahl rechte Winkel. Alsdann ist der Ort des Brennkreises dadurch bestimmt, daſs sich die Abstände des Brennkreismittelpunktes von der vorderen bzw. hinteren Brennlinie verhalten, wie diese Brennlinien selbst (vgl. Hess, Graefe-Saemisch, l. c. S. 407).

Nach der Berechnung von Heinrich ist nun, wofern die Strahlen nicht unter sehr schiefem Winkel einfallen, die erste Brennlinie nahezu ebenso lang wie die zweite (*Zeitschr. f.*

---

[1] Auf Grund der neueren Forschungen im Gebiete der Dioptrik des Auges ist Hess jetzt zu der Ansicht gelangt, daſs diese Versuche über das Sehen beim pathologischen Astigmatismus höchstens in roher und schematischer Weise Aufschluſs zu geben vermögen (Graefe-Saemisch Bd. 8, 2. 1903, S. 413). Das Problem der ophthalmologischen Deutung der Versuche kommt für uns an dieser Stelle gar nicht in Betracht.

Psychol. **11**, S. 424). Der Brennkreis würde demnach ungefähr in der Mitte zwischen beiden Brennlinien liegen.

Da nun aus der von Heinrich benutzten, der Arbeit von Rasmus und Wauer entnommenen, Tabelle hervorgeht, dafs die zweite Brennlinie, aufser im Falle sehr grofser und sehr kleiner Einfallswinkel, der Netzhaut nicht unerheblich näher liegt als die erste (l. c. S. 416), so folgt hieraus, dafs der Brennkreis, gleich der ersten Brennlinie, vor die perzipierenden Organe fällt. Findet eine periphere Akkommodation auf den Brennkreis statt, so würde also, ebenso wie bei der Akkommodation auf die erste Brennlinie, eine Abflachung der Linse zu erwarten sein.[1] Es bestände immer noch die Möglichkeit, die Abflachung als einen Akkommodationsvorgang zu deuten.

Dieser Tatsachenkreis scheint also die Anschauungen Heinrichs nicht in zwingender Weise zu widerlegen. Durch eine kleine, den Kern der Anschauungen nicht betreffende, Abänderung läfst sich die Lehre von der peripheren Akkommodation auch jetzt noch retten.

Allein dieselben Erwägungen, welche wir soeben angestellt haben, hätten Heinrich dazu führen können, seine Vermutung in unbedingt scharfer Weise auf ihrer Richtigkeit zu prüfen. Die Brennlinien stehen nach den jener Abhandlung zugrunde gelegten Anschauungen senkrecht aufeinander und senkrecht zum Leitstrahl. Hiermit sind aber die Bedingungen des Hess'schen

---

[1] Bei den Versuchen Heinrichs, in denen der Einfallswinkel variiert wurde, stand das Fixierzeichen in der konstanten Entfernung von 40 cm. Es kommt also nur die „Tabelle A“ (l. c.; Fall der Nahakkommodation) in Frage. Nach dieser fällt die Mitte der Brennstrecke bei Einfallswinkeln zwischen 20° und 60° vor die Netzhaut. Zwar ändert sich dieses Verhalten von 70° ab; indes sind bei so grofsem Einfallswinkel die Beobachtungen bereits so schwierig und unsicher, dafs sich durch einen hierauf gegründeten Einwand niemand für widerlegt zu erklären braucht. Ebenso wird — dieser Fall ist nicht untersucht — die Änderung des Krümmungsradius bei den kleinsten Einfallswinkeln nur gering und schwerlich mit unbedingter Sicherheit konstatierbar sein. Bei den genaueren Untersuchungen, in denen auch die Entfernung des Fixierpunktes geändert wurde, hatte der Einfallswinkel den konstanten Wert von 45°. Wie durch Interpolation aus den in den Tabellen angegebenen Werten für 40° und 50° ersichtlich, ist hier — immer bei Zugrundelegung der von R. und W. ermittelten Werte — die Entfernung des Brennkreises von der Netzhaut gerade ziemlich beträchtlich, und zwar (vgl. Tabelle B) auch im Falle der fernen Akkommodation, bei welcher der Umschlag bereits bei 60° stattfindet.

Versuches gegeben. Man hätte nun bei dem HEINRICHschen Versuch die mit Buchstaben bedeckten Quadrate durch ein anderes Objekt ersetzen können, durch eine nur aus parallelen Linie bestehende Figur. Die Beobachtungen mögen im vertikalen Meridian des Auges stattfinden. Die Figur sei drehbar, so daſs die Striche in horizontale und vertikale Lage, sowie in dazwischen liegende Stellungen gebracht werden können. Befinden sich sämtliche Linien in horizontaler Lage, so wird das Auge auf die horizontale, in diesem Fall also auf die erste, Brennlinie akkommodieren; hingegen haben wir Akkommodation auf die zweite Brennlinie zu erwarten, wenn die Linien vertikal stehen. Ist die Lage der Linien eine geneigte, so wird das Auge auf einen zwischen den Brennlinien gelegenen Punkt der Brennstrecke einstellen. Entspricht die Theorie von der peripheren Akkommodation den Tatsachen, so muſs bei horizontaler Stellung der Linien Zunahme, bei vertikaler Stellung Abnahme des Krümmungsradius eintreten. Denn solange wir die Grundanschauungen HEINRICHS beibehalten, sind wir ja unbedingt zu der Annahme genötigt, daſs die Ungleichheit der Netzhautbilder, welche von dem vertikalen Striche an der Stelle der horizontalen und der vertikalen Brennlinie entstehen, hinreicht, um die Akkommodationsänderung auszulösen. Nach HEINRICH genügt ja hierzu bereits die Verschiedenheit der Netzhautbilder, welche an dem Ort der einen Brennlinie und an einem mittleren Punkte der Brennstrecke erzeugt werden. Diese Verschiedenheit ist aber offenbar von geringerem Betrag.

Wir haben bisher mit Absicht ausschlieſslich immanente Kritik geübt, indem wir die Gültigkeit der von HEINRICH seiner Arbeit zugrunde gelegten dioptrischen Anschauungen voraussetzten. Diese Anschauungen bedürfen aber nach dem neuesten Stande der Forschung einer Korrektur.

STURM (l. c.) hat in der Entwicklung der Gleichungen der Normale unendlich kleine Gröſsen zweiter Ordnung weggeworfen, was mit einer Vernachlässigung der Differentialquotienten und unendlich kleinen Gröſsen dritter Ordnung in der Gleichung der Wellenfläche gleichbedeutend ist. HERMANN (l. c.) ist ihm hierin gefolgt. Nachdem MATTHIESSEN[1] in der Gleichung der Wellen-

[1] Die Brennlinien eines unendlich dünnen astigmatischen Strahlenbündels nach schiefer Inzidenz eines homozentrischen Strahlenbündels in

fläche bereits die Differentialquotienten dritter Ordnung berücksichtigt hatte, trieb GULLSTRAND[1] die Annäherung noch weiter.

Hierbei ergab die Rechnung eine ziemlich erhebliche Abweichung von den Resultaten der STURM-HERMANNschen Theorie. Für uns kommt von den neuen Ergebnissen lediglich die Tatsache in Betracht, dafs der Winkel zwischen zweiter Brennlinie und Leitstrahl bei schiefer Inzidenz im allgemeinen keineswegs gleich einem rechten ist; die übrigen Annahmen behalten ihre Gültigkeit nach wie vor.[2] So wird auch an der Tatsache, dafs die dünnsten Querschnitte des Strahlenbündels, die Brennlinien, aufeinander senkrecht stehen, durch die neueren Untersuchungen nichts geändert. Horizontale Linien werden am schärfsten erscheinen, Systeme solcher Linien werden am vollkommensten in ihre Elemente aufgelöst werden können, wenn das Auge auf die erste Brennlinie akkommodiert. Damit vertikale Linien den höchstmöglichen Grad der Schärfe besitzen, wird die zweite Brennlinie in die perzipierende Schicht hineinfallen, bzw. sie schneiden müssen.

Ferner dürfte auch nach diesen neueren Anschauungen die Annahme am plausibelsten erscheinen, dafs ein paraxiales, aus Linien der verschiedensten Richtung zusammengesetztes Objekt bei Akkommodation auf einen zwischen den Brennlinien gelegenen Punkt die maximale Deutlichkeit besitzt.

Im Hinblick auf die Ergebnisse der neueren Berechnungen hält man vielleicht Versuche mit parallelen Liniensystemen nicht mehr für entscheidend. Der Winkel zwischen zweiter Brennlinie und Leitstrahl ist im allgemeinen kein rechter, sondern ein spitzer. Angenommen, der Akkommodationszustand sei in einem bestimmten Moment derartig, dafs die zweite Brennlinie von der perzipierenden Schicht geschnitten wird, und dafs der Schnittpunkt ungefähr in der Mitte der Brennlinie liegt, so können wir das im Auge erzeugte Strahlensytem, welches auch die Brennlinien enthält, sowohl nach aufsen, wie nach innen zu verschieben, ohne dafs die zweite Brennlinie aufhört, die Netzhaut zu schneiden.

---

eine krumme Oberfläche usw. *Arch. f. Ophthalm.* **30**, 2, 1884. — Ferner Sitzungsber. d. bayr. Akad. d. Wissensch. Math.-phys. Klasse 1883, 1.

[1] Beitrag zur Theorie des Astigmatismus. *Skand. Arch. f. Physiol.* **2**, 1891. — Ferner Nov. Act. Reg. Soc. Scient. Ups. 1904.

[2] Genau genommen handelt es sich nicht um eine erste Brennlinie, sondern um einen ersten dünnsten Querschnitt.

Die Gröſse des Spielraumes ist abhängig von der Länge der Brennstrecke und dem Betrage des Neigungswinkels. Durch die Forderung, daſs die zweite Brennlinie auf die Netzhaut fallen soll, ist also der Akkommodationszustand nicht notwendig eindeutig bestimmt; solange der Krümmungsradius zwischen zwei bestimmten Grenzwerten liegt, ist der Forderung Genüge geleistet. Wir wissen nun aber nicht, welche Länge der Brennstrecke und welche Gröſse dem Neigungswinkel bei den verschiedenen Werten des Inzidenzwinkels zukommt.[1] Der Wert der älteren Rechnung ist problematisch.

Es ist jedenfalls nicht unmöglich, daſs die zweite Brennlinie länger ist, als man auf Grund der bisherigen Rechnungen annahm. Legen wir nun durch die erste Brennlinie eine auf dem Leitstrahl senkrecht stehende Ebene, so kann, namentlich wenn der Neigungswinkel zwischen zweiter Brennlinie und Leitstrahl ziemlich spitz ist, sehr wohl der Fall eintreten, daſs das vordere Ende der zweiten Brennlinie jener Ebene sehr nahe kommt. Die zweite Brennlinie wird also die perzipierende Schicht unter Umständen selbst dann noch schneiden können, wenn die Akkommodation eine derartige ist, daſs die erste Brennlinie entweder auf die Retina fällt oder relativ zur Länge der Brennstrecke nur einen sehr geringen Abstand von der Retina besitzt. Legen wir dem Auge ein Objekt vor, bei welchem die Einstellung auf die erste Brennlinie überflüssig ist, dagegen die auf die zweite Brennlinie gefordert wird, und zeigt sich in diesem Falle etwa die gleiche Zunahme des Krümmungsradius, wie bei Darbietung eines Objektes, bei welchem es auf den horizontalen Krümmungsradius und nur auf diesen ankommt, so könnte trotzdem, falls gerade die gekennzeichneten Bedingungen vorliegen, auf die zweite Brennlinie eingestellt sein. Solange man aber dann nicht in einwandfreier Weise nachweist, daſs dieser Punkt unter allen Punkten der zweiten Brennlinie die günstigsten Bedingungen für das Erkennen darbietet, müſste es als ganz zufällig erscheinen, daſs gerade auf diesen Punkt akkommodiert wird. Würde sich also etwa bei den verschiedenen Stellungen des Striches jedesmal der gleiche Krümmungsradius ergeben, so würde dies, wenn man die Lehre aufrecht zu erhalten gedächte, für den Fall der

---

[1] Nur den zum Inzidenzwinkel 5° gehörigen Neigungswinkel hat GULLSTRAND berechnet (*Skand. Arch.* 2 l. c.).

Akkommodation auf die erste Brennlinie jedesmal durch die Theorie zu erklären sein, während es im Falle der Akkommodation auf die zweite Brennlinie auf einen unberechenbaren Zufall zurückgeführt werden müfste. Besonders merkwürdig wäre hierbei, dafs die Wirkungen dieses Zufalls mit denen der im anderen Falle angeblich vorhandenen Ursache genau Schritt halten müfsten, da sich ja die Gröfse des Krümmungsradius je nach der Schiefe der Inzidenz um einen verschiedenen Betrag ändert. Eine regelmäfsig eintretende Änderung des Krümmungsradius je nach der Verwendung horizotaler oder vertikaler Liniensysteme müfste also, wenn man dem Zufall nicht eine ganz wunderbare Rolle zuschreiben wollte, auf jeden Fall erwartet werden, wenn die Heinrichsche Theorie den Tatsachen entspräche. Dies wäre zwar eine notwendige, aber noch nicht eine hinreichende Bedingung für die Annahme jener Theorie.

Wir wollten mit diesen Ausführungen die Lehre Heinrichs nicht widerlegen, sondern nur zeigen, dafs sie der festeren Fundamentierung noch sehr bedürftig ist und keinesfalls gegen Tatsachen ins Feld geführt werden kann.

Andererseits scheint mir nun aber ein so komplizierter Apparat von Erwägungen gar nicht erforderlich zu sein, um die Tatsache der Abflachung zu erklären.

Aubert hat in seiner Sorgsamkeit selbst schon an die Möglichkeit gedacht, dafs die Akkommodation für die peripheren Regionen beim Sehen in die Ferne ungünstiger sei, als bei dem in die Nähe. Die Versuche, welche er zur Entscheidung dieser Frage anstellte, hatten zur Folge, dafs er diesen Gedanken wieder fallen liefs. „. . . Die Akkommodation für die mehr peripherischen „Teile der Netzhaut ist so unvollkommen, dafs, wenn z. B. die „Richtungslinie von Quadraten, welche 10 mm Seite und Distanz „haben und 200 mm vom Auge entfernt sind, 15° von der Ge„sichtslinie abweicht, es kaum einen Unterschiede in der Deutlich„keit macht, ob man auf 200 oder auf 600 mm akkommodiert; erst „bei der Akkommodation für gröfsere Fernen werden die Objekte „merklich undeutlicher.“ (Physiol. der Netzhaut, S. 244.)

Nun ist die Fernakkommodation der Linse deren Ruhezustand, den sie, wenn sie nicht durch äufsere Objekte zu einem anderen Verhalten genötigt ist, einzunehmen trachtet. Die Sehschärfe der Peripherie ist nun aber nach jenen Beobachtungen Auberts so gering, dafs der Akkommodationszustand ziemlich gleichgültig

ist. Was liegt näher, als die Annahme, dafs sich die Linse dem Ruhezustand so viel wie möglich nähern wird, wenn die Aufmerksamkeit der Peripherie zugewandt ist?

Hierzu kommt noch ein anderer Umstand, auf den ich durch eine gelegentlich angestellte und dann oft wiederholte Beobachtung aufmerksam wurde. Eine Linse von — 4,5 D vermag ich bei guter Beleuchtung soeben gerade noch zu „überwinden“. Ich sehe hierbei noch alles vollkommen scharf und bemerke keinen Unterschied in der Schärfe bei der Betrachtung mit der Linse und dem unbewaffneten Auge. Beobachte ich unter denselben Umständen, aber bei schwächerer Beleuchtung, schraube ich etwa das Docht der Lampe herab, so sehe ich nun mit unbewaffnetem Auge die Gegenstände schärfer, als mit der Linse; ich überwinde sie nicht mehr. Freilich kann ich die Klarheit des Bildes erhöhen, indem ich die Akkommodation durch eine eigens darauf gerichtete Intention stark anspanne. Auf reflektorischem Wege aber wird die maximale Deutlichkeit nicht mehr hervorgebracht.

Die Psychologie der Akkommodation ist ein noch fast unangeschnittenes Gebiet. Es liegt aber die Vermutung nahe, dafs die Akkommodation, wenn ich mich so ausdrücken darf, eine gewisse „Trägheit“ besitzt, dafs sie nur dann Anstrengungen macht, wenn es sich lohnt, d. h. wenn dadurch das Bild auf einen ziemlich beträchtlich höheren Grad von Klarheit gebracht werden kann. Bei schwachem Licht ist die Deutlichkeit der Gegenstände an sich schon so gering, dafs die Akkommodation für die Erkenntnis der Dinge nicht allzuviel hinzufügen kann. In ähnlicher Weise undeutlich sind aber auch bei guter Beleuchtung die peripheren Wahrnehmungen. Selbst wenn also die Sehschärfe der Netzhautperipherie noch hinreichte, um zu bemerken, dafs bei zwei verschiedenen Akkommodationszuständen a und b. die Deutlichkeit der Peripheriewahrnehmungen verschieden ist, — so wie ich bei schlechtem Licht einen Unterschied mit und ohne Vorsetzung der Konkavlinse bemerke — so ist, wie jene Beobachtungen lehren, immer noch fraglich, ob der hierdurch gegebene Anreiz hinreichen würde, um die Akkommodation zu veranlassen, den ungünstigeren Akkommodationszustand b auf reflektorischem Wege in den günstigeren a zu verwandeln. Sie wird vielleicht infolge ihrer „Trägheit“ den dem Ruhezustand näher liegenden Akkommodationszustand wählen. — Der ange-

führten Beobachtung kann man nicht entgegenhalten, dafs wir doch unter gewöhnlichen Umständen auch in der Dämmerung die maximale Deutlichkeit herzustellen suchen. Hansen Grut und Alfred Graefe haben in verschiedenen Arbeiten darauf hingewiesen[1], dafs der Antrieb zur Erhöhung der Deutlichkeit nicht das Einzige ist, was die Akkommodation in Bewegung setzt, dafs vielmehr das „Nahebewufstsein" hierbei eine bedeutende Rolle spielt.

Wenn ich für Herrn stud. phil. Moeller diejenige Linse bestimmte, welche er bei guter Beleuchtung soeben gerade noch überwinden konnte, und wenn ich alsdann die Beleuchtung herabsetzte, so schien die Linse auch in diesem Falle noch überwindbar zu sein. Herr M. glaubte nämlich auch bei herabgesetzter Beleuchtung die Gegenstände noch ganz scharf zu sehen; ebenso scharf wie mit unbewaffnetem Auge.

Ich verfuhr darauf mit ihm in etwas anderer Weise. Es wurde bei guter Beleuchtung, und zunächst mit unbewaffnetem Auge, diejenige Schrift des Snellenschen Heftes bestimmt, welche eben gerade noch entziffert werden konnte. Auch mit der Linse konnte alsdann diese Schrift eben gerade noch entziffert werden. Jetzt wurde derselbe Versuch bei herabgesetzter Beleuchtung wiederholt. Nun war die Schrift, welche bei dieser herabgesetzten Beleuchtung und mit unbewaffnetem Auge eben noch gelesen werden konnte, bei Vorsetzung derselben Linse nicht mehr zu entziffern. — Die Erscheinung zeigt sich also unter Umständen bei Verwendung feinerer Kriterien auch dann noch, wenn sie bei Verwendung gröberer Kriterien auszubleiben scheint.

Dafs wir eine Tendenz haben, Nahakkommodation nach Möglichkeit zu vermeiden, geht auch aus der folgenden Beobachtung hervor. Ich nähere langsam ein Objekt, z. B. ein mit einer Teilung versehenes Lineal, meinem mit einer starken Lupe bewaffneten Auge. Das anfangs undeutliche Objekt erscheint innerhalb eines gewissen Intervalles der (ganz langsamen) Bewegung deutlich, um bei weiterer Annäherung wieder an Klarheit zu verlieren. Ich vermag nun aber den schon ganz verschwommenen Eindruck dadurch wiederum auf die Stufe voller Deutlichkeit zu erheben, dafs ich durch einen eigens auf meine Akkommodation gerichteten Willensakt das Auge auf den Nahepunkt einstelle.

Es bleibt noch ein Umstand übrig, welcher für die Heinrichsche Theorie zu sprechen scheint. Die Berechnungen von Rasmus und Wauer ergeben, dafs der Abstand der 1. Brennlinie von der Netzhaut zwar ständig zunimmt, wenn die Schiefe des einfallenden Strahlenbündels wächst, hingegen nicht weiter zu-, sondern im Gegenteil wieder ein wenig abnimmt, wenn der

---

[1] Betreffs der Literatur siehe Alfred Graefe, Akkommodation und Konvergenz. *Arch. f. Ophthalm.* 40. 1894.

Winkel, unter welchem das Objekt erscheint, 70° überschreitet. — Hiermit scheint es zu stimmen, wenn Heinrich jenseits 50° keine weitere Zunahme, sondern eine — allerdings nur sehr schwache — Wiederabnahme des Krümmungsradius fand.

Ich mufs gestehen, dafs mir nach meinen Beobachtungen bei so ungeheuer stark peripher gesehenen Objekten (über 50°!) ein Unterschied in der Deutlichkeit überhaupt nicht zu bestehen scheint, wenn ich einmal auf das Fixierzeichen akkommodiere, das anderemal meine Akkommodation durch eine hierauf gerichtete Intention völlig entspanne. — Hierzu kommt noch, dafs der Wert aller älteren Berechnungen problematisch geworden ist.

Nicht selten habe ich den Eindruck, dafs mir die sichere Fixation leichter fällt, wenn ich einen sehr peripheren Gegenstand betrachte, als dann, wenn derselbe dem Zentrum näher liegt.[1] Im letzteren Falle besteht oft eine viel stärkere Tendenz, den Blick auf das Objekt hinzuwenden, mit welcher immer gleichzeitig lästige Spannungsempfindungen in der Umgebung des Augapfels auftreten. Diese lästigen Empfindungen, verbunden mit dem Bewufstsein der Unsicherheit, ob denn auch richtig fixiert werde, treten besonders dann auf, wenn ich mir vornehme, an dem nicht sehr peripheren Gegenstande möglichst viele Einzelheiten zu unterscheiden. Niemals hat sich mir diese Erscheinung aufgedrängt, wenn ich nur festzustellen suchte, ob sich an der äufsersten Peripherie ein bestimmter Gegenstand im Gesichtsfeld befindet oder in dasselbe eintritt. Es scheint mir bei solchen Beobachtungen stets, dafs das mehr zentral gelegene Objekt einen stärkeren Anreiz für die Aufmerksamkeit darstelle, als das sehr periphere; wahrscheinlich, weil die lokale Konzentration der Aufmerksamkeit auf ein Objekt von der ersteren Art noch einen merkbaren Erfolg hat, da dasselbe dadurch noch etwas deutlicher werden kann, während dieses Verhalten bei sehr peripheren Objekten doch vergeblich wäre und darum überhaupt nicht erst eingeschlagen wird. — Es wäre dann verständlich, dafs bei stark peripheren Objekten wieder der Fixierpunkt in höherem Grade für die Akkommodation mafsgebend wird. — Dies nur eine Vermutung, welche man jedenfalls in Erwägung ziehen könnte, wenn sich die Heinrichschen Resultate bestätigen.

Auch der Befund von St. Loria (l. c.), dafs sich der Krümmungsradius nicht stets um denselben Betrag ändert, wenn der Winkel zwischen Fixierpunkt, Auge und Testobjekt, sowie die Entfernung des Fixierzeichens vom Auge, gleich bleibt, und nur die Entfernung des paraxialen Objektes, immer unter Konstant-

---

[1] Lange, nachdem ich dieses niedergeschrieben, lese ich bei Dobrowolsky und Gaine (*Pflügers Archiv* 12): „Diese Schwierigkeit (sc. der genauen Fixation) tritt besonders bei unbedeutendem Abstand (sc. des zu beobachtenden Objektes) vom Zentrum hervor.“

haltung des eben genannten Winkels, geändert wird, ist ohne weiteres verständlich. Ist das paraxiale Objekt nahe, und erscheint es nicht allzu stark peripher, so wird es eben bei allzu starker Abflachung der Linse doch einmal in merkbarer Weise undeutlicher werden. Im Falle eines fernen paraxialen Objektes kann sich die Linse noch stärker abflachen.

Es wäre unstatthaft, gegen diese Ausführungen den Einwand zu erheben, dafs auch wir das Stattfinden einer peripheren Akkommodation annähmen, und somit von der These Heinrichs nicht so weit abwichen. Unsere Ausführungen richten sich ja nicht gegen die allgemeine Annahme, dafs auch die Netzhautbilder der Peripherie den Akkommodationsakt auszulösen vermögen — diese Annahme wird man in Anbetracht der Kleinheit des Makulabezirkes einerseits, der im Laufe unserer Untersuchung noch mehrfach hervorzuhebenden praktischen Wichtigkeit des indirekten Sehens andererseits, ohne weiteres machen dürfen — sie betreffen vielmehr nur jene spezielle, von Heinrich angenommene Form des Akkommodationsmechanismus. Aber mit jener speziellen Form der Akkommodation auf die Netzhautperipherie steht und fällt die von Heirrich aufgestellte dioptrische Theorie des Aubert-Foersterschen Phänomens.

Nehmen wir nun für einen Augenblick an, Heinrichs Deutung der Linsenabflachung sei richtig. Es erhebt sich dann immer noch die Frage, ob hierdurch die herkömmliche Anschauung über die Beziehung der Aufmerksamkeit zu den Funktionen der Sinnesorgane erschüttert würde. Wir können an diesem Problem nicht mit Stillschweigen vorübergehen; denn wer jene herkömmliche Lehre für erschüttert hält, wird an einigen Punkten unserer späteren Erörterungen Anstofs nehmen. Da nun das Helmholtzsche Experiment ein Hauptstützpunkt dieser Lehre ist, so spitzt sich das genannte Problem auf die Frage zu, ob die Helmholtzsche Beobachtung mit Hilfe der Lehre von der peripheren Akkommodation, ihre Richtigkeit zugegeben, erklärt werden könne.

Betrachten wir das auf der Mattscheibe einer photographischen Kamera von einem Gegenstand entworfene Bild, so bemerken wir eine Abnahme der Deutlichkeit nach dem Rande der Mattscheibe hin; die Abnahme ist verschieden deutlich, je nach der Gröfse der Blende und nach der Konstruktion des Objektivs. Den Astigmatismus für die schräg einfallenden Strahlen, auf

welchem diese Abnahme zum Teil sicher beruht, wollen wir unkorrigiert lassen. Die Undeutlichkeit ist aber im allgemeinen nicht allein auf den Astigmatismus zurückzuführen, sondern zugleich auf den Umstand, daſs die Ebene der Mattscheibe die Brennstrecke nicht in demjenigen ihrer Punkte schneidet, in welchem das entworfene Bild das Maximum seiner Klarheit besitzt, oder daſs die Mattscheibe überhaupt nicht zwischen den beiden Brennlinien, sondern auſserhalb derselben liegt. Die Vorsetzung einer Konkavlinse bewirkt stets, daſs sich die Strahlen an Orten schneiden, welche dem Objektiv näher liegen; Vorsetzung einer Sammellinse hat den umgekehrten Erfolg. Wir nehmen an, die Linse sei so gewählt, daſs an einer bestimmten Stelle der Platte die Brennstrecke in ihrem Optimalpunkt — dieser durchsichtigen Abkürzung wollen wir uns bedienen — geschnitten werde. Daſs das Bild in einem bestimmten Punkte der Brennstrecke im menschlichen Auge merklich deutlicher ist, als die Bilder in allen davor und dahinter gelegenen Punkten, muſs Heinrich notwendigerweise annehmen; anderenfalls hätte ja das Auge keinen Grund, seinen Akkommodationszustand zu ändern. Wir machen nun auch hier die Annahme, daſs ein wirklicher Optimalpunkt vorhanden sei. Das Bild soll also in diesem Punkte gröſsere Deutlichkeit besitzen als in der nächsten Umgebung. Schlagen wir aber durch jene relativ deutlichere Stelle auf der Mattscheibe einen Kreis, dessen Zentrum in der Achse des Objektivs liegt, so liegt wegen der Symmetrie der Kamera um die optische Achse in jedem Punkte der Peripherie ein solches Maximum der Deutlichkeit.

Benutzen wir statt der ebenen Mattscheibe eine solche von der Gestalt einer Kugelfläche, und wiederholen wir den Versuch, so ist, falls sich nur der Mittelpunkt der Kugelfläche auf der optischen Achse befindet, der geometrische Ort des relativen Deutlichkeitsmaximums abermals ein in der Kugelfläche gezogener Kreis, dessen Zentrum in der optischen Achse liegt. Ist die Vorrichtung nur a n n ä h e r n d symmetrisch um die optische Achse, ist etwa das Objektiv kein vollkommener Rotationskörper, oder ist die Mattscheibe keine vollkommene Rotationsfläche, so wird jener Kreis einige Verzerrungen erleiden. Auf jeden Fall wird der geometrische Ort des relativen Deutlichkeitsmaximums durch eine geschlossene Kurve repräsentiert.

Da nun der Augenhintergrund annähernd eine Rotations-

fläche um die Augenachse ist, so gelten diese Verhältnisse auch vom Auge. Die Vorsetzung der Linse vor das Objektiv wirkt so, wie wenn dessen Krümmungsradius geändert worden wäre. Dies ist aber grade die mit der Linse bei der sog. peripheren Akkommodation vorgehende Änderung. Diese soll zur Folge haben, dafs an einer bestimmten Stelle der Netzhaut der Optimalpunkt der Brennstrecke mit den perzipierenden Organen zusammenfällt. Wie müfste also die von HELMHOLTZ beobachtete Erscheinung aussehen, wenn sie auf peripherer Akkomodation beruhte? Wurde, so etwa hätte der Bericht von HELMHOLTZ gelautet, die Aufmerksamkeit vor dem Versuch auf eine bestimmte Stelle des dunklen Gesichtsfeldes gelenkt, so wurden im Moment der Belichtung alle auf der Peripherie einer geschlossenen Kurve gelegenen Buchstaben deutlich gesehen. Diese Kurve glich annähernd einem Kreise, dessen Zentrum der Fixierpunkt ist, und dessen Peripherie die Stelle trifft, auf welche vor dem Versuch die Aufmerksamkeit gerichtet wurde. — HELMHOLTZ sah nur die an jener letzteren Stelle befindlichen Buchstaben deutlich.

Die soeben gezogene Folgerung erscheint vielleicht nicht durchaus unvermeidlich.

Das Vorkommen einer partiellen Akkommodation, das heifst einer Akkommodation für einzelne Meridiane der Netzhaut durch partielle Kontraktion des Ziliarmuskels, ist vielfach behauptet worden.[1] Wenn nun die genannte Lehre richtig ist, und wenn andererseits, wie ja HEINRICH annimmt, auch in der Peripherie jederzeit der gröfstmögliche auf Grund der Berechnungen bestimmte Deutlichkeitsgrad hergestellt wird, so erscheint es nicht ausgeschlossen, dafs bei Richtung der Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Punkt der Peripherie für den betreffenden Meridian partiell akkommodiert wird.

Die allgemeine Abflachung, welche HEINRICH mit dem Ophthalmometer allein feststellte, würde dann trotz jener partiellen Akkommodation mit grofser Wahrscheinlichkeit zu erwarten sein. Die partielle Ziliarmuskelkontraktion wurde nämlich stets als sehr anstrengend bezeichnet. Wird sie zur Gewohnheit, wie angeblich bei Astigmatikern, so soll sie nicht nur erhebliche Beschwerden verursachen, sondern sie stellt nach der Ansicht jener Autoren sogar ein ätiologisches Moment für zum Teil sehr schwere Erkrankungen dar. In jedem Falle wird also die Linse den zur Herstellung des gröfstmöglichen Klarheitsgrades erforderlichen Akkommodationsaufwand

---

[1] DOBROWOLSKY, Über verschiedene Veränderungen des Astigmatismus unter dem Einflufs der Akkommodation. *Arch. f. Ophthalm.* **14**, S. 51. — WOINOW, Zur Frage über die Akkommodation. *Ibid.* **15**, S. 165. — FUCHS, Lehrb. der Augenheilk. 5. Aufl. 1895. u. a.

nicht mit Hilfe der partiellen Ziliarmuskelkontraktion allein bewältigen, sondern sie wird soviel wie möglich durch allgemeine Abflachung zu erreichen suchen, um möglichst wenig partiell akkommodieren zu müssen. Wenn nun etwa bei dem HELMHOLTZschen Versuch gleichzeitig eine allgemeine Abflachung und eine partielle Ziliarmuskelkontraktion stattgefunden hätte, so müfste allerdings die Stelle, auf die die Aufmerksamkeit gerichtet war, deutlicher erscheinen, als alle Punkte des Feldes, deutlicher auch, als die Punkte des Kreises. Jene Stelle ist ja der Schnittpunkt des Meridians, auf den akkommodiert wurde, mit dem Kreise. Kommt, wie wir voraussetzten, in jenem Schnittpunkt die maximale Deutlichkeit dadurch zustande, dafs Abflachung und partielle Ziliarmuskelkontraktion zusammenwirken, so wird dieser Klarheitsgrad von allen den Punkten nicht erreicht, die entweder n u r durch Abflachung oder n u r durch partielle Akkommodation etwas gewinnen, d. h. die entweder nur auf dem Kreise oder nur in dem Meridian liegen.

Hierauf ist zu erwidern, dafs die Annahme des Vorkommens von partieller Ziliarmuskelkontraktion gegenwärtig der Begründung entbehrt. HESS[1] hat die früheren sehr zahlreichen Arbeiten über partielle Akkommodation auf ihre Fehlerquellen geprüft; er konnte die angeblich auf partieller Akkommodation beruhenden Erscheinungen stets auf die Wirksamkeit von Fehlerquellen zurückführen. Nach Eliminierung dieser Fehlerquellen zeigte sich niemals eine Erscheinung, die auf das Vorkommen partieller Ziliarmuskelkontraktion hinwies.

§ 3.

Der Gang unserer Untersuchung erfordert es, dafs wir uns nun mit einem Gegenstand beschäftigen müssen, der auf den ersten Blick zu dem vorliegenden Problem keine unmittelbare Beziehung zu haben scheint.

In neuerer Zeit haben sich mehrere Forscher, in Deutschland besonders ausführlich GUILLERY, mit der Kritik und Reform der üblichen, von SNELLEN herrührenden Methode zur Bestimmung der Sehschärfe beschäftigt. Wir brauchen hier nur einige Marksteine des bisher in diesem Gebiete zurückgelegten Weges hervorzuheben.

Wenn, so setzt SNELLEN fest, von zwei Proben, deren Seiten sich verhalten wie 2 : 1, von einem Individuum die erste in einer bestimmten Distanz gelesen wird, von einem anderen Individuum die zweite, so verhalten sich die Sehschärfen wie 1 : 2. Die Gröfse des Netzhautbildes, so wird hier angenommen, ist der

[1] Arbeiten aus dem Gebiete der Akkommodationslehre II, *Archiv f. Ophthalm.* 42, 1896.

beim Erkennen von Formen wesentlichste, ja der einzig wesentliche Faktor.

Diese Annahme nun ist nach GUILLERY grundverfehlt. Dieser Autor beginnt mit Untersuchungen [1] deren Resultate fast trivial anmuten, was freilich für den einleuchtenden Charakter seiner Gründe kein schlechtes Zeugnis ist. Er ermittelt z. B. die geringste Knickung, welche eine in bestimmter Entfernung dargebotene Linie haben darf, damit die Abweichung von der geraden Richtung erkannt wird. Während die Schwelle für die Wahrnehmung der Knickung bei einer bestimmten Länge der Schenkel ermittelt wurde, gewann der Beobachter ohne weitere experimentelle Vorrichtungen den Eindruck, daſs die Schenkel erheblich kürzer sein könnten, ohne daſs der Wert der Schwelle eine Änderung erfahren würde, daſs also das Erkennen der Form in dem vorliegenden Falle von der Gröſse des Netzhautbildes innerhalb weiter Grenzen unabhängig sei. Wurde freilich die Schenkellänge auſserordentlich stark verkürzt, so ergab sich eine gewisse Abhängigkeit der Schwelle der Knickung von der Schenkellänge.

Ganz ähnliche Resultate ergaben sich beim Erkennen anderer einfacher Formverhältnisse. Es zeigt sich also, daſs das Erkennen der Form von der Gröſse des Netzhautbildes innerhalb weiter Grenzen unabhängig ist. Wesentlich von der Gröſse des Winkels, also von der wechselseitigen Lage der gereizten Sehzellen hängt es z. B. ab, ob eine Knickung erkannt wird oder nicht. Dies ist aber ein Faktor, welcher sich nicht in einfacher Weise durch Zahlen bewerten läſst.

Die Geringfügigkeit des Einflusses der Netzhautbildgröſse auf das Erkennen von Formen hatte sich auch schon bei früheren Versuchen GUILLERYS [2] herausgestellt. Die Sehschärfe wurde auf künstlichem Wege durch Vorsetzen von Linsen so weit herabgesetzt, daſs eine Form von n-fachen Dimensionen (gemäſs dem SNELLENschen System) eben anfing, kenntlich zu werden. Alsdann wurde geprüft, ob eine Verminderung dieser Dimensionen in der einen oder anderen Richtung statthaft ist, ohne daſs das Erkennen unmöglich wird. Besteht wirklich der von SNELLEN angenommene erhebliche Einfluſs der Gröſse auf die Erkennbarkeit, so wird eine solche Veränderung nur innerhalb sehr enger Grenzen zulässig sein. Als Objekt diente ein in dicken Strichen ausgeführter zweizackiger Haken, welcher aus einem Quadrat durch Weglassung der oberen Seite entsteht. Daneben wurden andere Haken benutzt, deren Seiten dieselbe Dicke besaſsen, die

[1] Messende Untersuchungen über den Formensinn, *Pflügers Arch.* **75**, 1899.

[2] Einiges über den Formensinn, *Arch. f. Augenheilk.* **28**.

aber in einem Falle nur halb so breit, in einem anderen nur halb so hoch waren wie der ursprüngliche Haken. Selbst wenn die ursprüngliche Figur an der Grenze des Wahrnehmbaren stand, liefs sich die halb so breite und die halb so hohe Figur nicht weniger deutlich erkennen.

Bis hierher dürfte die Frage mehr den Ophthalmologen und Physiologen als den Psychologen interessieren. In einigen neueren Arbeiten von Pergens[1] und Guillery[2] erhielt die Frage ein mehr psychologisches Gesicht. Neben anderen interessanten Ergebnissen wurde folgende merkwürdige Erscheinung beobachtet. Obwohl der obere Teil der Fig. *b* der Fig. *a* genau gleicht, also

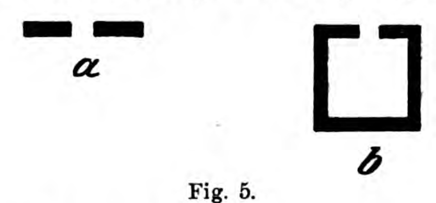


Fig. 5.

dasselbe Netzhautbild liefert, wie diese, so wurde doch bei allmählicher Annäherung die Lücke in Fig. *b* früher erkannt als in Fig. *a*. Eine Verstärkung der unteren horizontalen Seite in Fig. *b* machte die Lücke noch deutlicher; eine relativ sehr bedeutende Verstärkung hatte aber keinen anderen Erfolg, wie eine solche geringeren Grades. Zur Erklärung verweist P. wohl mit Recht auf den Umstand, dafs Fig. *b* eine bekannte Figur, nämlich ein Quadrat darstellt, in welchem der Vergleich mit den ununterbrochenen Seiten das Erkennen der Lücke erleichtert. Es ist aber klar, dafs sich diese unterstützende Wirkung des basalen Striches auch auf um so gröfsere Entfernungen geltend macht, je weiter derselbe deutlich gesehen wird, d. h. je dicker er ist. Doch existiert für dieses Verhalten eine gewisse Grenze. Wächst die Verdickung immer weiter, so kann zwar die Figur immer weiter vom Auge entfernt sein, ohne dafs die Deutlichkeit der Basis leidet; das Netzhautbild des oberen Striches ist aber nun doch zu klein geworden, als dafs die unterstützende Wirkung des unteren Teiles noch den Erfolg der Deutlichkeit herbeiführen könnte. Die Lücke wird daher nicht auf weitere

---

[1] *Arch. f. Augenheilk.* **43**, S. 144. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* 1902, 1903 und *Zeitschr. f. Augenheilk.* **9** (4).

[2] Weitere Unters. z. Physiol. d. Formensinns. *Arch. f. Augenheilk.* **51**. 1905.

Entfernung erkannt, als dann, wenn die Verstärkung der Basis nur einen geringeren Grad besitzt.

In den zitierten Arbeiten von Pergens und Guillery findet man zahlreiche ähnliche Beispiele.

Die beiden behandelten Figuren gleichen einander in denjenigen Partien, auf welche sich das Deutlichkeitsurteil bezieht, völlig. Es gilt also nicht nur der Satz, daſs die Deutlichkeit eines Objektes keine eindeutige Funktion der Netzhautbildgröſse ist; wir können vielmehr nun erweiternd und verallgemeinernd hinzufügen, daſs der Deutlichkeitsgrad durch das Netzhautbild mitsamt allen seinen Eigenschaften überhaupt nicht eindeutig bestimmt sei. Die von den beiden Figuren herrührenden Netzhautbilder waren, gleiche Entfernung vorausgesetzt, in den auf ihre Deutlichkeit zu beurteilenden Partien ununterscheidbar; in in anderen Partien wiesen die Netzhautbilder freilich eine Verschiedenheit auf, und diese Verschiedenheit ist es eben, auf die die Ungleichheit im psychologischen Verhalten mit Recht zurückgeführt wird.

Ist aber eine solche Ungleichheit der Konstellationen in psychologischer Hinsicht auf das Deutlichkeitsurteil überhaupt von Einfluſs, so erscheint es von vornherein nicht sehr wahrscheinlich, daſs eine psychologische Verschiedenheit der Konstellationen nur durch eine Ungleichheit der benachbarten Netzhautbilder hervorgebracht werden kann. Es erhebt sich vielmehr nun die Frage, ob eine solche das Deutlichkeitsurteil beeinflussende Ungleichheit der Konstellationen nicht auch in Fällen vorhanden sein kann, in welchen die Netzhautbilder in allen wesentlichen Momenten einander gleichen. Werden also z. B. in zwei Fällen dieselben Netzhautbilder dadurch hervorgerufen, daſs zwei geometrisch ähnliche, in verschiedenem Maſsstabe gezeichnete Prüfungsobjekte in entsprechenden Entfernungen vom Auge aufgestellt werden, so ist es nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung durchaus nicht von vornherein als selbstverständlich zu bezeichnen, daſs in beiden Fällen das gleiche Urteil abgegeben werden müsse. Es könnte ja, um nur an eine Möglichkeit zu erinnern, das fernere objektiv gröſsere Objekt, welches ja trotz der gleichen Gesichtswinkel und der gleichen Netzhautbilder gröſser erscheint als das kleine nahe, eben infolge dieser beträchtlichen scheinbaren Gröſse auf weitere Entfernung deutlich sein, als es nach der lediglich den Gesichtswinkel berücksichtigenden

Konstruktion der Fall sein müfste. Natürlich ist aber nicht ausgeschlossen, dafs sich gerade eine Abweichung im entgegengesetzten Sinne ergibt.

Die Beantwortung der vorliegenden Frage scheint nun für die Analyse des A. F. G. von hoher Wichtigkeit zu sein. Wir wollen den Aubert-Foersterschen Satz einmal etwas anders ausdrücken, indem wir nur die Worte ändern. Wir nehmen an, zwei geometrisch ähnliche, mit der Netzhautperipherie zu betrachtende Prüfungsobjekte werden nacheinander in solchen Entfernungen vom Auge aufgestellt, dafs sie gleich grofse Netzhautbilder liefern, und dafs die nach beiden Objekten gezogenen Richtungslinien zusammenfallen; die im Auge entstehenden reellen Bilder sollen also nicht nur von gleicher Gröfse sein, sondern auch denselben Ort auf der Netzhautperipherie einnehmen. In diesem Falle ist, so können wir ja den Inhalt des A. F. G. ausdrücken, das grofse ferne Objekt undeutlicher als das kleine nahe. Denn gesetzt, ein grofses fernes und ein ihm geometrisch ähnliches kleines nahes Objekt — beide in solchen Entfernungen aufgestellt, dafs die resultierenden Netzhautbilder gleiche Gröfse besitzen — werden von sehr exzentrischer Lage aus dem Fixierpunkt soweit genähert, dafs sie eben deutlich erkannt werden, so schliefst die nach einer Stelle, z. B. nach dem unteren oder oberen Rande, des ferneren Objektes gezogene Richtungslinie mit der Blicklinie einen kleineren Winkel ein, als die nach der entsprechenden Stelle des kleinen Buchstaben gezogene Richtungslinie.

Verschieben wir nun das grofse ferne Objekt noch weiter nach der Peripherie hin, so dafs die Winkel zwischen Richtungslinie und Blicklinie beim fernen und beim nahen Objekte gleiche Gröfse erhalten, so wird das ferne Objekt, da eine solche Verschiebung infolge der stetigen Abnahme der Empfindlichkeit der Netzhautperipherie die Deutlichkeit vermindert, nun undeutlicher erscheinen als das nahe Objekt; Objekte, die, in verschiedener Entfernung aufgestellt, die gleichen Netzhautbilder liefern, sind verschieden deutlich.

Es ist also der Widerspruch gegenüber den Snellenschen Voraussetzungen von der ausschliefslichen Mafsgeblichkeit des Netzhautbildes, weshalb das A. F. G. so paradox erscheinen mufste. Aubert und Heinrich suchten das Paradoxon dadurch aufzulösen, dafs sie, wie sie wenigstens meinten, die Annahme von

einer tatsächlichen Gleichheit der Netzhautbilder in den beiden Konstellationen zerstörten. Das Paradoxon wäre aber auch dann gelöst, oder vielmehr, der Widerspruch des A. F. G. gegenüber jener SNELLENschen Annahme würde uns nicht mehr beunruhigen, wenn diese Annahme eben irrig wäre. Oder noch genauer: das A. F. G. würde gar nichts Auffälliges aussagen, vielmehr eine triviale Erscheinung bezeichnen, wenn ganz allgemein, also auch für das direkte Sehen, gälte, daſs von zwei verschieden groſsen, aber geometrisch ähnlichen Objekten, welche so aufgestellt sind, daſs gleiche Netzhautbilder resultieren, das groſse ferne weniger deutlich ist als das kleine nahe, daſs also z. B. das letztere bereits mit Sicherheit erkannt wird, während dies bei dem groſsen fernen Objekte nicht der Fall ist. Das A. F. G., welches wir ja soeben (S. 57) in der Weise ausdrückten, daſs das groſse ferne Objekt auf der Peripherie undeutlicher sei als das kleine nahe, wäre dann nur ein Spezialfall des allgemeineren Gesetzes, welches vielleicht an die Stelle der SNELLENschen Annahme zu setzen ist.

Nehmen wir also an, die SNELLENsche Annahme müſste tatsächlich durch die soeben (zunächst nur als möglich hingestellte) Gesetzmäſsigkeit ersetzt werden. Stellen wir dann zwei geometrisch ähnliche Buchstaben so auf, daſs die von dem Knotenpunkt des Auges nach beiden gezogenen Richtungslinien zusammenfallen — die Exposition beider Buchstaben darf also wegen sonst eintretender Verdeckung nicht simultan erfolgen — und nehmen wir ferner an, daſs gleiche Netzhautbilder resultieren, so wird, falls bei dieser Stellung der Buchstaben der kleine nahe eben gerade deutlich erkennbar ist, dies bei dem groſsen fernen noch nicht der Fall sein. Geht die gemeinsame Richtungslinie durch die Fovea, findet also die Prüfung im direkten Sehen statt, so ist nur eine Art von Verschiebung des groſsen fernen Objektes möglich, durch welche auch dieses auf die Stufe eben deutlicher Erkennbarkeit gebracht werden kann. Das groſse ferne Objekt muſs dem Auge einfach genähert werden. Dagegen hätte die Verbringung des Objektes auf eine andere Richtungslinie, wodurch ja das Netzhautbild auf exzentrischere Stellen der Retina gebracht würde, gerade den nicht gewünschten Erfolg einer Herabsetzung der Deutlichkeit. Geht dagegen die gemeinsame, nach beiden Buchstaben gezogene Richtungslinie von vornherein — also bei Aufstellung der Objekte in solchen Entfernungen, daſs gleich groſse Netzhautbilder resultieren — durch eine exzentrische

Netzhautstelle, und ist der kleine Buchstabe wiederum gerade eben deutlich erkennbar, so gibt es nunmehr nicht e i n e, sondern z w e i Arten von Verschiebungen des grofsen fernen Buchstaben, durch welche auch dieser auf die Stufe des soeben sicher Erkanntwerdens gebracht werden kann. Einmal nämlich können wir den grofsen fernen Buchstaben, während wir ihn auf derselben Richtungslinie belassen, dem Auge einfach nähern. Dies ist ja der Weg, welcher bei Anstellung der Untersuchung in direktem Sehen der allein gangbare ist. Zweitens aber können wir die Deutlichkeit des grofsen fernen Buchstaben auch dadurch erhöhen, dafs wir denselben, ohne ihn dem Auge zu nähern, auf eine andere, durch eine weniger stark exzentrische und darum mit gröfserer Sehschärfe ausgestattete Netzhautstelle gehende Richtungslinie bringen. Wäre also die SNELLENsche Annahme durch die mehrfach erwähnte Gesetzmäfsigkeit, welche wir kurz als „Gesetzmäfsigkeit *g*“ bezeichnen wollen, zu ersetzen, so würde sich als eine einfache Folgerung aus der „Gesetzmäfsigkeit *g*“ ergeben, dafs von zwei geometrisch ähnlichen, verschieden grofsen und verschieden entfernten, aber gleich grofse Netzhautbilder liefernden Buchstaben der grofse ferne, um eben gerade erkennbar zu sein, sich auf einer weniger stark exzentrischen Netzhautstelle abbilden mufs, als der gleichfalls eben gerade deutlich erkennbare kleine nahe Buchstabe. Der Inhalt dieser Folgerung stimmt aber gerade mit demjenigen des A. F. G. überein. Ist also die SNELLENsche Annahme tatsächlich durch die „Gesetzmäfsigkeit *g*“ zu ersetzen, so brauchen wir, wie es wenigstens scheint, nach den Gründen des A. F. G. nicht weiter zu suchen.

Bei einem ganz methodischen Vorgehen wäre zunächst zu prüfen gewesen, ob die SNELLENsche Annahme nicht vielleicht tatsächlich durch die „Gesetzmäfsigkeit *g*“ zu ersetzeu ist.

Da sich die Folgerungen in dem Gedankengang von AUBERT und HEINRICH, nämlich die besonderen Abbildungs- oder Aufnahmeverhältnisse der Peripherie, nicht bestätigten, so liegt vielleicht der Irrtum in den als selbstverständlich angenommenen und bisher für keiner Prüfung bedürftig gehaltenen Voraussetzungen.

Hierdurch ist der weiteren Untersuchung folgender Weg vorgeschrieben: Geometrisch ähnliche Sehproben werden zu ungezwungener, d. h. nicht peripherer, sondern vorwiegend zentraler Betrachtung dargeboten. Sie werden der Vp. soweit ge-

nähert, bis die Form eben deutlich ist. Es fragt sich, ob sich die so ermittelten Abstände der Sehproben vom Auge zueinander ebenso verhalten, wie die linearen Dimensionen der benutzten Sehproben.

Die zur Untersuchung verwendeten Buchstaben wurden aus einer nach Snellen konstruierten Sehschärfentafel ausgeschnitten und auf weiſse Kärtchen aufgeklebt, deren Gröſsenverhältnisse denen der Buchstaben entsprachen. Die Gröſsenverhältnisse der Buchstaben waren durch Messung der Höhe des reellen Bildes bestimmt worden, welches auf der Mattscheibe einer zu diesem Zwecke improvisierten Vergröſserungskamera von den nacheinander an die genau gleiche Stelle gebrachten Buchstaben entworfen worden war.

Die Höhen der sehr annähernd geometrisch ähnlichen (mittelzeiligen) Buchstaben betrugen im vergröſserten Bilde auf der Mattscheibe 4,4, bzw. 6,9 und 10,8 mm, so daſs sich ihre linearen Dimensionen wie 1 : 1,57 : 2,45 verhalten.

Direkte Messung mit Maſsstab und Lupe, mit Schätzung der Zehntel, hatte im Durchschnitt aus mehreren Messungen das nahezu übereinstimmende Verhältnis 1 : 1,59 : 2,47 ergeben.

Die kleinen Buchstaben sind auf diesen Tafeln etwas blasser gedruckt als die gröſseren, so daſs die letzteren also eigentlich in noch relativ weiteren Entfernungen erkannt werden müſsten.

Die Vp. saſs — der Kopf war durch Kinnstütze fixiert — neben einer langen Bank. Auf dieser Bank konnte von der Vp. durch Ziehen an einer Schnur ein Brett verschoben werden, welches einerseits eine auf der Seite des Auges mit einem Schirm versehene Glühlampe trug, andrerseits eine von dieser beleuchtete, etwas seitlich angebrachte schwarze Wand, auf der, dem Auge der Vp. gerade gegenüber, der Karton mit dem jeweilig darzubietenden Buchstaben befestigt wurde.

Die Instruktion verlangte die Näherung des Buchstabens bis auf solche Entfernung, daſs derselbe mit Sicherheit erkannt wird. Vp. Dr. v. Sybel erläuterte sein Verhalten näher dahin, daſs er diese Sicherheit für erreicht halte, wenn er mit Bestimmtheit sagen könne, daſs kein anderer Buchstabe des Alphabets in Betracht kommt.

An jedem Versuchstage wurden 33 Buchstaben dargeboten; auſser den in der Tabelle angeführten, an jedem Versuchstage, und zwar in jeder Gröſsenklasse einmal, regelmäſsig wieder-

kehrenden Buchstaben kamen jedesmal, um eine Mechanisierung des Verhaltens möglichst hintanzuhalten, immer noch einige andere, neue zur Verwendung. Die Tabelle berichtet über einen Teil der in Wirklichkeit zahlreicheren Versuche und bezieht sich auf sechs mit Herrn Dr. phil. v. Sybel als Vp. absolvierte Versuchstage. Die Tabelle enthält die Entfernungen der Buchstaben vom Auge, die mittlere Abweichung (in Klammern) und das Verhältnis der Entfernungen. Die Werte lassen erkennen, dafs die Buchstaben der grofsen und mittleren Klasse stets näher an das Auge herangebracht werden müssen, als man auf Grund der Gröfsenverhältnisse erwarten sollte.

a			e			i		
klein	mittel	grofs	klein	mittel	grofs	klein	mittel	grofs
60,7 m. Abw. (3,8)	76,2 m. Abw. (5,2)	98,0 m. Abw. (4,7)	64,5 m. Abw. (4,0)	79,2 m. Abw. (5,2)	96,5 m. Abw. (2,5)	62,2 m. Abw. (4,2)	80,0 m. Abw. (5,7)	103,3 m. Abw. (7,1)
1 :	1,255 :	1,614	1 :	1,228 :	1,496	1 :	1,286 :	1,645
m			n			o		
71,8 (2,5)	100 (5,7)	113,2 (3,2)	63,8 (3,2)	81,2 (2,2)	112,0 (4,0)	69,8 (2,2)	84,2 (2,2)	92,7 (4,8)
1 :	1,393 :	1,577	1 :	1,273 :	1,755	1 :	1,222 :	1,328
r			u			ä		
62,0 (3,0)	87,8 (4,8)	96,3 (7,7)	63,5 (3,3)	78,8 (5,5)	106,2 (3,2)	68,7 (4,3)	87,5 (4,3)	107,3 (3,4)
1 :	1,416 :	1,553	1 :	1,241 :	1,672	1 :	1,274 :	1,562

Wir geben jetzt einige Selbstbeobachtungen der Vp. v. S. wieder.

Es hängt gar nicht wesentlich von der Gröfse eines Buchstabens ab, wie früh man ihn erkennen kann. Ausschlaggebend ist dafür seine Form. Diese relativ bedeutende Unabhängigkeit des Erkennens von der Gröfse zeigt sich besonders bei den beiden grofsen Klassen. Eher spielt die Gröfse noch bei der kleinsten Klasse mit. — Eine nähere Erläuterung dieser Aussagen enthalten die folgenden Beobachtungen.

Sieht ein Buchstabe, sobald er eben anfängt, etwas deutlicher zu werden, einem „u“ und einem „n“ ähnlich, so achtet Vp. von nun ab einfach darauf, ob er oben offen oder durch einen Querstrich geschlossen ist. Könnte ein Buchstabe, aus der Ferne gesehen, vielleicht ein „o“ sein, so muſs man sich noch Gewiſsheit darüber verschaffen, ob nicht vielleicht oben noch etwas „dransitzt“, wie beim „d“.[1] Ähnliche Kriterien sind nun auch bei der Mehrzahl der anderen Buchstaben maſsgebend. Fast immer besteht zunächst eine Alternative zwischen zwei oder mehr Buchstaben, die dann durch ein solches Kriterium entschieden wird. Der Umstand, daſs man die Buchstaben des Alphabetes kennt und weiſs, welche Formen überhaupt vorkommen können, ist für diese Versuche von wesentlicher Bedeutung.

Ist der Buchstabe noch sehr fern, so findet zunächst eine Einordnung in allgemeine Kategorien statt. Es ist etwa „ein kleiner breiter“ oder „ein hoher schmaler“ Buchstabe. Rückt der Buchstabe näher, so findet eine Spezialisierung statt; es handelt sich z. B. um einen kleinen Buchstaben „mit einer Verdickung oben“. Schlieſslich treten dann in der Mehrzahl der Fälle die geschilderten ganz speziellen Alternativen auf.

Diese Selbstbeobachtungen, welche mit den vom Verfasser angestellten in allen wesentlichen Punkten übereinstimmen, scheinen den Schlüssel für das Verständnis der befremdlichen Resultate zu enthalten. Nehmen wir als Beispiel den Fall, der dargebotene Buchstabe sei ein „u“. Um zu entscheiden, ob ein „u“ oder ein „n“ vorliegt, richtet die Vp., sobald die Formen nur einigermaſsen deutlich zu werden anfangen, ihr Augenmerk darauf, ob der Buchstabe oben durch einen Querstrich geschlossen ist oder nicht.

Wenn ein „n“ vorläge, so würde allerdings der obere Teil dieses Buchstabens und damit der Querstrich in den verschiedenen Konstellationen gleichgroſse Netzhautbilder liefern, wenn sich die Entfernungen wie 1 : 1,57 : 2,45 verhalten. Aber dieser Umstand ist für das Urteil der Vp. gar nicht maſsgebend; da sich der Vorgang des Erkennens von Anfang an, wie wir sahen, in der Mehrzahl der Fälle in Alternativen vollzieht, welche mit zunehmender Deutlichkeit nur eine immer weitergehende Speziali-

[1] Es handelte sich um gotische Buchstaben.

sierung erfahren, so sind für das Erkennen nicht nur diejenigen Elemente der Buchstaben wesentlich, die vorhanden sind, sondern auch, vielleicht sogar in erster Linie, diejenigen, welche nicht vorhanden sind. Bei dem Erkennen — gemeint ist immer dasjenige spezielle „Erkennen“, welches durch die Instruktion gefordert ist — spielt tatsächlich, wie man sich durch Selbstbeobachtung überzeugt, die Konstatierung des Nichtvorhandenseins gewisser Elemente eine aufserordentlich grofse Rolle. Dieses runde Gebilde ist ein „o“, weil oben nicht noch etwas dransitzt, weil es somit kein „d“ ist; dies ist ein „u“, weil es oben, das ein „n“, weil es unten nicht geschlossen ist.

Nun würden sich allerdings diese vermifsten Gebilde, falls sie wirklich vorhanden wären, um gleich grofse Netzhautbilder zu liefern, in Entfernungen befinden müssen, die sich zueinander verhalten wie die Gröfse der Buchstaben. Aber die Vp. denkt gar nicht daran, dafs und in welchem Verhältnis sich die Netzhautbildgröfse mit der Entfernung ändert, und sie läfst sich durch derartige Erwägungen auch nicht in ihrem Urteil bestimmen. Ein Buchstabe der grofsen Klasse, der dreimal so weit entfernt ist, sieht ja nicht ebenso aus, wie derselbe Buchstabe der kleinen Klasse, sondern er erscheint annähernd dreimal so grofs. Ferner denkt die Vp. gar nicht daran, dafs der Haarstrich bei den Buchstaben der grofsen Klasse dreimal so dick sein müfste, wie bei denen der kleinen Klasse, und erst recht befafst sie sich nicht mit Spekulationen, unter welchen Umständen jene Elemente, die gar nicht vorhanden sind, gleiche Netzhautbilder liefern würden, wenn sie wirklich da wären. Die Vp. erwartet in den drei Konstellationen nicht etwas so ganz Verschiedenes, sondern annähernd dasselbe, eben einen Haarstrich. Sie weifs ungefähr, wie ein Haarstrich in der Mehrzahl der Fälle auszusehen pflegt, und sie weifs ferner, bei welcher Entfernung des Papieres vom Auge sie einen Haarstrich, falls er vorhanden wäre, wahrnehmen würde. Nicht eine für jede der Konstellationen besonders konstruierte, durch Reflexion erzeugte Vorstellung von einem Haarstrich wird dem Urteil zugrunde gelegt; sondern diese Vorstellung besitzt in allen Konstellationen im wesentlichen die gleiche Beschaffenheit; überall schwebt die Durchschnittsvorstellung von einem Haarstrich vor, die wir durch zahlreiche Erfahrungen in der Praxis des Lebens gebildet haben. — In

dieser Weise stellt sich mir wenigstens mein Verhalten in der Selbstbeobachtung dar.

Allerdings brauche ich, um in der groſsen Konstellation „n“ zu urteilen, nicht ganz so lange zu warten, wie bei der mittleren und kleinen Konstellation. Nach meinen Selbstbeobachtungen erwarte ich in diesem Falle zwar keinen Haarstrich, der genau dreimal so dick ist, wie bei den Buchstaben der kleinen Konstellation, aber ich weiſs doch auf Grund zahlreicher Erfahrungen, daſs ich bei groſsen Buchstaben mit meinem Urteil „kein Haarstrich“ nicht ganz so zurückhaltend zu sein brauche, wie bei kleinen Buchstaben, weil auf Grund der Erfahrungen des Lebens bei groſsen Buchstaben ein Haarstrich, falls er überhaupt vorhanden ist, immerhin eine gewisse Dicke besitzt, jedenfalls in der Regel dicker ist als bei kleinen Buchstaben. Würden wir im Falle des gröſseren Buchstaben einen ebenso dünnen Haarstrich erwarten, wie im Falle des kleineren Buchstaben, so müſsten wir das gröſsere „u“ vermutlich ebenso nahe an das Auge heranbringen, wie das kleinere „u“, um in jenem Falle des Urteils „oben kein Haarstrich“ gleich sicher zu sein, wie in diesem. Da wir nun aber bei dem gröſseren „u“ einen dickeren Haarstrich erwarten, so braucht dieser Buchstabe dem Auge nicht so weit genähert zu werden, wie das kleinere „u“; allerdings braucht, wie wir sahen, die Entfernung des gröſseren Buchstaben vom Auge nicht das n-fache der Entfernung des kleineren Buchstaben vom Auge zu betragen, wenn die linearen Dimensionen des gröſseren Buchstabens n-mal so groſs sind, wie diejenigen des kleineren. Die Entfernung, auf welche die Vp. das gröſsere „u“ bei derartigen Versuchen einstellt, ist einerseits nicht so groſs, wie man unter Zugrundelegung der Snellenschen Voraussetzungen erwartete, andererseits aber gleicht sie der Entfernung des kleineren Buchstaben vom Auge nicht völlig; die tatsächliche Einstellung liegt zwischen diesen beiden Extremen.

Ganz ähnlich, wie beim Haarstrich, liegen die Verhältnisse bei anderen Elementen des Buchstaben, deren Vorhandensein oder Nichtvorhandensein konstatiert wird, so z. B., wenn es sich darum handelt, festzustellen, ob an dem runden Gebilde, welches ein „o“ sein kann, noch etwas oben „dransitzt“.

So gilt[1] denn also die „Gesetzmäſsigkeit g“ tatsächlich, und

[1] Wie wohl kaum hervorgehoben zu werden braucht, ist hierdurch in der ophthalmologischen Frage nach der praktischen Gültigkeit der

das A. F. G. scheint somit gemäſs unseren auf S. 58 angestellten Überlegungen völlig erklärt zu sein. Ein groſses psychologisches Interesse dürfte das A. F. G. hiernach schwerlich beanspruchen.

Die Erklärung, welche wir vom A. F. G. soeben gegeben haben, und auf die man bei methodischem Vorgehen nach Einsicht in die Unhaltbarkeit der physiologischen Hypothesen mit Notwendigkeit geführt wird, ist nun aber grundverkehrt.

Die Voraussetzungen unserer Schluſsweise treffen zwar bei Buchstaben zu, nicht aber bei anderen Objekten. Beim zweiten Aubertschen Versuch besteht nun das Kriterium nicht in dem Erkennen von Buchstaben, sondern in der Angabe des Momentes, in dem zwei Quadrate eben gerade, bzw. eben nicht mehr getrennt erscheinen. Die Voraussetzungen für unsere Schluſsweise wären nur dann gegeben, und nur dann könnte diese Schluſsweise zur Erklärung des A. F. G. benutzt werden, wenn auch bei Zugrundelegung dieses Objektes schon im direkten Sehen der Effekt nicht eindeutig von den Gesichtswinkeln bestimmt wäre, sondern gleichzeitig von der Entfernung abhinge. Es muſste also untersucht werden, wie sich das Erkennen eines Doppelquadrates bei Prüfung in verschiedenen Entfernungen verhält.

Snellenschen Voraussetzungen das entscheidende Wort noch nicht gesprochen. Denn die Einstellungen, welche die Vp. liefert, sind, wie wir sahen, eben sehr wesentlich durch ihr inneres Verhalten bestimmt, durch die Art der von der Vp. verwandten Kriterien, durch die Instruktion, welche sie sich — innerhalb des Spielraums der ihr vom Versuchsleiter erteilten — selbst gibt. Aber ob das innere Verhalten und die Art der Kriterien im Sprechzimmer des Ophthalmologen im Durchschnitt das gleiche ist, wie im psychologischen Laboratorium, darüber könnten nur Massenuntersuchungen Aufschluſs geben. Uns interessiert nur die Verhaltungsweise unbedingt gewissenhafter Versuchspersonen; denn wir gingen ja auf dieses uns ferner liegende Gebiet lediglich im Interesse der Aufklärung einer gleichfalls im Laboratorium beobachteten Erscheinung ein. In die ophthalmologische Diskussion über die zweckmäſsigste Wahl der Sehproben einzugreifen, haben wir um so weniger Anlaſs, als ja bei der Behandlung dieser Fragen auſser den oben berührten theoretischen Gesichtspunkten noch Umstände ganz anderer Art in Erwägung zu ziehen sind; z. B. die Frage, wie man seine Forderung auch dem Ungebildeten am leichtesten verständlich macht, wie man die Anforderungen an die Konzentration der Aufmerksamkeit möglichst herabsetzt (Prüfung durch Ebenmerkbarwerden und Ebenverschwinden von Punkten u. a.) usw., alles Fragen, die unserem Gegenstande und dem Interesse des theoretischen Psychologen gänzlich fernliegen.

Es wurden, wie bei der Untersuchung des § 1, schwarze Quadrate auf grauem Grunde verwandt; die Länge der Quadratseiten betrug 3 bzw. 6 und 9 mm, der Abstand der Quadrate war jedesmal gleich der halben Seitenlänge.[1] Die Seitenlängen der grauen Kärtchen, auf die die Quadrate aufgeklebt waren, verhielten sich wie die Längendimensionen der letzteren. Die Kärtchen wurden vor einem ausgedehnteren Hintergrund von derselben grauen Farbe dargeboten. Die Versuche mufsten im Freien angestellt werden, da sich die Vp. in Innenräumen vom Objekte nicht weit genug entfernen kann. Es wurde darauf Wert gelegt, dafs immer nur in solchen Augenblicken beobachtet wurde, in denen die Beleuchtung nach Schätzung annähernd gleichartig war. Die sich hieraus ergebende Abhängigkeit war ein grofses Hindernis und liefs nur kürzere Versuchsreihen zu.

Die Richtung, in welcher sich die Vp. von dem in Augenhöhe angebrachten Doppelquadrat zu entfernen, bzw. sich ihm zu nähern hatte, war durch einen am Boden senkrecht zu der Ebene der Darbietung ausgespannten Faden bezeichnet. Derselbe diente dem Vl. gleichzeitig zur gröberen Messung der Entfernung und trug zu diesem Zwecke im Abstand von je 3 m Marken, welche jedoch nur bei genauerem Zusehen sichtbar waren und der Vp. daher nicht als Orientierungsmittel dienen konnten. Die drei Doppelquadrate wurden immer hintereinander in einer bestimmten Reihenfolge dargeboten; einmal hatte sich die Vp. dem Objekt zu nähern, ein andermal sich von ihm zu entfernen. Die Reihenfolge der Darbietung der Doppelquadrate wurde permutiert.

Herr Hering.

Im Mittel.

kleine Quadrate		mittlere Quadrate		grofse Quadrate	
a	b	a	b	a	b
558 (43)	489 (9)	1149 (36)	1022 (70)	1682 (61)	1701 (60)

[1] Wäre, wie bei den Versuchen des § 1, die Distanz der Quadrate gleich ihrer ganzen Seitenlänge, so müfste sich die Vp. allzuweit entfernen, um die Quadrate nicht mehr als getrennt wahrzunehmen.

K. SCHAPER.

kleine Quadrate		mittlere Quadrate		grofse Quadrate	
a	b	a	b	a	b
676 (29)	808 (43)	1314 (59)	1587 (30)	2093 (46)	2547 (62)

a enthält, in Zentimetern gemessen, die Entfernungen, bei denen die Quadrate soeben getrennt erscheinen; b, bei denen sie soeben aufhören getrennt zu erscheinen.

Die Entfernungen verhalten sich demnach annähernd wie 1 : 2 : 3.

§ 4.

Vielleicht kommen wir unserem Ziele näher, wenn wir die Versuchsbedingungen des AUBERTschen Versuches ein wenig variieren. Eine solche naheliegende und offenbar geringfügige Abänderung ist z. B. die instantane Darbietung des Objektes.

Bei Versuchen mit instantaner Darbietung eines Objektes bieten sich stets drei Möglichkeiten dar. Man kann den Verschlufs, welcher während des Versuches für einen Augenblick geöffnet wird, entweder vor dem Objekt oder vor dem Auge, bzw. an einem vor dem Auge befindlichen Instrumente, z. B. einem Fernrohr, oder endlich vor der Lichtquelle anbringen. Die erste Möglichkeit scheidet wegen der Gröfse des Objektes aus. Von den beiden anderen Möglichkeiten kommt nur die letzte in Betracht.

Bringt man den Verschlufs in unmittelbarer Nähe des Auges an, so kann man zwar mittels eines Spiegels dem Auge als Fixierzeichen das Bild eines leuchtenden Punktes darbieten, welches in der Ebene des bei der Exposition darzubietenden Objektes liegt. Es ist nicht allzu schwierig, den Spiegel mittels gewisser Vorrichtungen gleichzeitig mit der Öffnung des Verschlusses zu entfernen. Allein dieses Verfahren bietet nach meinen Beobachtungen durchaus nicht immer sichere Gewähr für richtige Akkommodation. Ist der Raum, und besonders die Umgebung des leuchtenden Punktes, welcher durch eine kleine, Licht aussendende Öffnung in einem dunklen Karton dargestellt wird, gut verdunkelt, so dafs im Spiegel wirklich nur ein Punkt sichtbar ist, so akkommodiere ich, wenn mein Auge sich selbst überlassen ist, oftmals nicht auf den Punkt. Wenn ich nämlich dann den Akkommodationszustand durch eine eigens darauf gerichtete Intention ändere, so werden die Ränder der kleinen leuchtenden Öffnung häufig erst schärfer. Die Eigenschaft der Akkommodation, welche wir oben als ihre „Trägheit“ bezeichneten, dürfte hierbei mitwirken. Befindet sich der Spiegel in unmittelbarer Nähe vor meinem Auge, aber nicht so nahe, dafs die Wahrnehmung des Spiegels und seiner Einzelheiten ganz unmög-

lich wird, und ist ferner das Versuchszimmer noch hell genug, um den Spiegel als solchen zu bemerken, so akkommodiere ich bei sich selbst überlassenem Auge häufig einfach auf den Spiegel, während der Punkt in Zerstreuungskreisen erscheint. Aber auch wenn ich den Spiegel dem Auge so weit nähere, dafs sich sein Feld nur wie ein Schatten vor das Auge legt, stellt sich das Auge nicht stets von selbst auf das virtuelle Bild des leuchtenden Punktes ein.

Man wird darum bei Untersuchungen, die eine scharfe Akkommodation erforderlich machen, den Verschlufs vor der Lichtquelle anzubringen haben. Dieser Weg ist auch vom psychologischen Standpunkt aus der durchsichtigere. Herrscht in dem Versuchsraum eine so geringe Helligkeit, dafs die Testobjekte keineswegs erkannt werden können, so bieten sich doch meist immer noch genügend Anhaltspunkte, um ihre Entfernung und damit auch die scheinbare Gröfse zu erkennen. Betrachtete ich hingegen Objekte durch einen unmittelbar vor das Auge gebrachten Momentverschlufs hindurch, so habe ich bei gewissen Entfernungen der Objekte vom Auge stets die Beobachtung gemacht, dafs mir dieselben verkleinert erschienen.

Der Anschützsche Momentverschlufs, unmittelbar vor der Lichtquelle angebracht, ist keineswegs die idealste Vorrichtung zu einer solchen instantanen Exposition. Indes machte sich der Mangel eines besseren Hilfsmittels in Anbetracht der besonderen Natur meiner Testobjekte nicht geltend. Der Fehler des Anschützschen Verschlusses, bei welchem bekanntlich ein in undurchsichtigem Stoff angebrachter Schlitz in schnelle Bewegung versetzt wird, besteht darin, dafs das Maximum der Helligkeit gleichzeitig mit der Bewegung des Spaltes über das Objekt wandert, woraus sich eine sukzessive Darbietung an Stelle der gewünschten simultanen ergibt. Dieser Fehler kommt nicht in Betracht, wenn das Objekt, wie in unserem Falle, sehr schmal und lang ist, und wenn der Spalt bei seiner Bewegung sowohl dem Objekt als auch der Lichtquelle (Auersche Glühstrümpfe) parallel bleibt. Es war also gestattet, den Anschützschen Verschlufs unmittelbar vor der Lichtquelle — einen zwei Auerlampen und einen Reflektor enthaltenden Blechkasten — anzubringen.[1] Bei den Versuchen zeigte sich auch, dafs aus diesem Verfahren eine Störung nicht erwuchs.

---

[1] Das Aufziehen des Anschützschen Verschlusses erfolgt bekanntlich, wie bei der Remontoiruhr, durch Drehen an einem mit Einkerbungen versehenen Knopfe und erfordert darum ziemlich viel Zeit. Durch wenige Handgriffe läfst sich der viel gebrauchte Verschlufs so abändern, dafs die Expositionen in kürzeren Zwischenräumen erfolgen können. Die drehende Bewegung mufs in eine ziehende verwandelt werden. Der Knopf ist durch eine Rolle zu ersetzen, auf der eine Schnur aufgewickelt werden kann. Da die Rolle, um eine Verringerung der Geschwindigkeit zu vermeiden, leicht und darum klein sein mufs, so verstrickt sich die Schnur bei der Aufwicklung leicht in das unmittelbar darunter gelegene Zahnrad und die Hebel. — Ich sägte von einer kleinen, mit konischen Enden versehenen Zwirnrolle das eine Ende derselben ab, füllte die Durchbohrung an der

Es ist stets schwierig, eine, wenn auch, wie in unserem Falle, nur nach einer Dimension sehr ausgedehnte Fläche gleichförmig zu beleuchten. Ich half mir durch die Einführung dreier Fehlerquellen, von denen die beiden schwächeren die stärkere, aber durch die Natur meiner Hilfsmittel fest gegebene, bei geeigneter Kombination neutralisierten. Ich benutzte den Umstand, dafs infolge der besonderen Mafsverhältnisse der mir zu Gebote stehenden Apparate — die Lage der Strümpfe im Kasten brachte es mit sich, dafs die oberen Partien des gegenüberliegenden Teiles der Wand mehr Strahlen empfingen, als die unteren — die Helligkeit jenes gegenüberliegenden Wandteiles von unten nach oben zu abnimmt. Es ist dies eine erste, festgegebene Fehlerquelle. Die zweite einzuführende Fehlerquelle mufste also eine Abnahme der Helligkeit in umgekehrter Richtung zur Folge haben. Dies erreichte ich dadurch, dafs ich die Lichtquelle sehr hoch, in annähernd gleicher Höhe mit den höchsten für die Beobachtung in Betracht kommenden Partien des Objektes, aufstellte. Diese Partien besafsen also von allen Teilen des Streifens den geringsten Abstand, und die Entfernung irgendeiner Partie von der Lichtquelle war um so gröfser, je tiefer dieselbe lag. Allein hierdurch wurde nur eine Abschwächung, keine Kompensation der ersten Fehlerquelle erreicht. Es mufste noch eine zweite, im selben Sinne wirkende, und zwar in ihrer Stärke möglichst variierbare, eingeführt werden. Dies bewirkte die Einführung eines Reflektors, welcher gleichzeitig die Lichtstärke erhöhte.

Von einem Reflektor wird im allgemeinen verlangt, dafs er die Strahlen der in seinem Brennpunkte aufgestellten Lichtquelle in einem scharf gegen die Umgebung abgegrenzten und durchweg ziemlich gleich lichtstarken Strahlenbündel zurückwirft. Ein wenig idealer und in bezug auf die Lichtquelle ungenau aufgestellter Reflektor, wie der meinige, liefert kein scharf begrenztes Strahlenbündel. In einem Punkte der gegenüberliegenden Wand entsteht ein Helligkeitsmaximum, von dem aus die Helligkeit nach allen Seiten mehr oder weniger gleichmäfsig abfällt. Durch Drehung des Reflektors um seinen horizontalen Durchmesser konnte das Helligkeitsmaximum in beliebige Höhe verlegt werden. Natürlich mufste die Symmetrieachse des Reflektors die Wand stets in einem Punkte schneiden, der oberhalb der höchsten noch in Betracht kommenden Teile des Objektes lag. Anderenfalls würde ja der Reflektor auf der Wand eine symmetrische Helligkeitsverteilung bewirken, während dieselbe ja gerade nur nach einer Richtung eine Abstufung aufweisen soll.

Sägestelle mit Siegellack und stülpte die so vorbereitete Rolle über den Knopf. Führte ich nun die an ihrem freien Ende mit einem kleinen Gewichte versehene Schnur durch eine Öse von oben her nach der Rolle, so verhinderte der nach oben ausgeübte Zug die Verwicklung in die unteren Teile, während andererseits der Konus die Schnur immer wieder nach unten drängt und ein Abgleiten von der Rolle verhindert. — Um die Kautschukteile des Verschlusses vor übermäfsiger Wärme zu bewahren, wurde vor dem Kasten ein Doppelfenster angebracht.

Fig. 6.

Je nach der Höhe des Helligkeitsmaximums wurde aber der Streifen der Wand, auf welchem die Untersuchung stattfinden sollte, von verschiedenen, mehr oder weniger hellen Bezirken des Strahlenbündels getroffen. Durch Drehung des Spiegels um seinen (ursprünglich vertikalen) Durchmesser konnte dann die Stärke des Helligkeitsabfalls innerhalb des betreffenden Streifens der Wand geändert werden (wobei freilich gleichzeitig eine Herabsetzung der absoluten Helligkeit eintritt). Durch diese beiden Umstände war es möglich, die erste Fehlerquelle noch weiter zu kompensieren.

Mittels einiger in den Kasten hineingebrachter Klumpen von Glaserkitt wurde dem an der Rückwand nur lose befestigten Reflektor die geeignete Orientierung gegeben.

Durch längeres Herumprobieren erreichte ich es, dafs ich, sowohl bei gewöhnlicher Betrachtung, wie auch bei Beobachtung mittels durchlochter Kartons, eine Ungleichmäfsigkeit der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Bezirken der Wand nicht mehr wahrnahm. Bei wiederholter Vergleichung derselben Stellen erschien bald die eine, bald die andere etwas heller. Bei der Nachprüfung an anderen Tagen ergaben sich dann einige Male kleine Ungleichmäfsigkeiten, freilich immer nur solche von sehr geringem Betrag; niemals vor allem besafsen sie eine regelmäfsige Beschaffenheit, so dafs etwa gröfsere Bezirke eine Abweichung vom Helligkeitsdurchschnitt gezeigt hätten.

Der in dem Vergleichsfall bei den Versuchen der kleinen nahen Konstellation auftretende kleine Streifen war unmittelbar neben dem grofsen angebracht und besafs die gleiche Helligkeit. Das von ihm bedeckte Feld der — zu diesem Zwecke mit gleichförmig grauem Papier bedeckten — Wand war natürlich in die Helligkeitsprüfung mit einbezogen worden.

Obwohl die Vp. in diesem Falle in unmittelbarer Nähe des Objektes safs, so wurde doch eine Beschattung der fraglichen Teile vermieden, da das Licht aus beträchtlicher Höhe kam.

Im übrigen wurde dieselbe Anordnung benutzt wie in unserer ersten Versuchsreihe (§ 1d). Als neu kommt nur die Forderung hinzu, das Fixierzeichen, eine dunkle, unmittelbar vor dem verschiebbaren Streifen angebrachte Spitze, zu beleuchten, und zwar so, dafs alles oberhalb davon Gelegene völlig dunkel bleibt. Zu dem Zwecke befestigte ich an einer photographischen Kamera an der Stelle, die sonst die Platte einnimmt, eine kleine Glühbirne mit U-förmigem Leuchtfaden. Es entsteht dann im Aufsenraum ein umgekehrtes, vergröfsertes Bild des Leuchtfadens, welches man auffangen kann. Die Kamera wurde so aufgestellt, dafs der Kulminationspunkt des reellen Bildes mit der zu fixierenden Spitze zusammenfiel und dieselbe beleuchtete, während alles übrige dunkel blieb. Bei der kleinen Versuchsanordnung wurde auch das reelle Bild durch Näherrücken der Kamera verkleinert. Die Breite des Fadens reguliert man durch Verschiebung der Mattscheibe gegen das Objektiv.

Die Exposition wurde durch ein Signal angekündigt. Die Vp. verschob den Streifen in den Intervallen zwischen den Expositionen. Zu diesem Zwecke wurde der Verschlufs in den

Zwischenzeiten geöffnet. Konnte auf Grund einer Exposition kein sicheres Urteil abgegeben werden, so wurde dieselbe bei der gleichen Stellung wiederholt.

Wir geben nun die Resultate; die Bezeichnungen sind dieselben wie in unserer ersten Versuchsreihe.

Vp. Herr Prof. Müller. Die Vp. machte während der Versuche die Beobachtung, dafs zwei Verhaltungsweisen der Aufmerksamkeit möglich sind. Entweder wird die Aufmerksamkeit vor dem Versuche auf die Gegend gerichtet, in der der Punkt ungefähr zu erwarten ist, oder diese Einstellung unterbleibt. Im zweiten Falle ist der Versuch subjektiv unbefriedigend, weil die getrennten Quadrate hier nach Überschreitung einer bestimmten Stelle ganz plötzlich und ohne vermittelnden Übergang erscheinen. Hingegen ist bei der anderen Verhaltungsweise der Aufmerksamkeit die subjektive Sicherheit grofs. Vp. entscheidet sich darum für diese Verhaltungsweise (nur beim ersten Versuch der Tabelle war die vorherige Direktion der Aufmerksamkeit unterblieben).

Ia	Ib	IIa	IIb
12,8 cm	14,0 cm	(120 cm)[1]	137 cm
13,3 „	15,2 „	135 „	131 „
13,8 „	15,7 „	138 „	137 „
		139 „	

Im Mittel:

I	II
14,1 cm	136,2 cm

Bei beiden Versuchsanordnungen erschien der Vp. der Abstand der beiden Quadrate gröfser als bei direkter Betrachtung. Zum Zwecke einer ungefähren Abschätzung der Vergröfserung wurden die Quadrate in den beiden Anordnungen in entsprechende Stellungen gebracht, d. h. in Stellungen, in welchen das ferne Doppelquadrat gleich grofse und gleich gelegene Netzhautbilder lieferte, wie das nahe. Die kleinen Quadrate befanden sich 8 cm, die grofsen 80 cm über dem Fixierpunkt; in beiden Fällen erschienen die Quadrate noch deutlich getrennt. Der Abstand *d* der kleinen Quadrate erschien hierbei um $^2/_3$ d bis $^3/_3$ d vergröfsert; bei der grofsen Anordnung war die Vergröfserung weniger deutlich und schwächer. Über eine etwaige

[1] Bei diesem Versuche machte es sich bemerkbar, dafs die mittels des Anschützschen Verschlusses vorgenommene Exposition keine streng simultane ist. Da die Quadrate sukzessiv auftauchten, so ist diese Einstellung mit den übrigen, bei denen der Eindruck stets simultanen Charakter besafs, nicht vergleichbar.

Vergröfserung der Quadrate selbst läfst sich nichts aussagen, weil ihre Form ungleich schwankend und vielfach verzerrt erschien.[1]

Vp. K. Schaper. Da die Vp. psychologisch ungeschult ist, wird, um Verwirrung zu vermeiden, von einer näheren Instruktion bezüglich der Einstellung der Aufmerksamkeit Abstand genommen.

Wir geben wieder die Resultate eines Versuchstages ausführlich, die der übrigen im Durchschnitt. Vorversuche waren, wie stets, vorausgegangen.

I.	II.	I.	II.
a) 11,9 cm	121 cm	13,7 cm	118 cm
b) 12,7 „	122 „	15,1 „	125 „
a) 12,9 „	116 „	12,9 „	133 „
b) 13,5 „	110 „	15,1 „	170 „

Im Mittel:

I. 13,5 cm II. 121,8 cm

An den übrigen drei Versuchstagen im Durchschnitt:

I.	II.
I. 12,1 cm (0,9 cm)	II. 121,5 cm (4,8 cm)
I. 11,1 „ (1,2 „)	II. 121,9 „ (4,2 „)
I. 12,6 „ (0,7 „)	II. 110,5 „ (3,7 „)

Vp. Jaensch. Die Aufmerksamkeit stellte ich ebenso, wie Herr Prof. Müller, vor Beginn des Versuches auf die Stelle ein, an der die Quadrate ungefähr zu erwarten waren.

I.	II.	I.	II.
a) 7,9 cm	64 cm	6,6 cm	68 cm
b) 6,9 „	70 „	7,0 „	65 „
a) 7,5 „	72 „	6,9 „	67 „
b) 7,4 „	68 „	6,8 „	61 „

Im Mittel:

I. 7,1 cm II. 66,9 cm

An den übrigen drei Versuchstagen:

I.	II.
I. 6,7 cm (0,6 cm)	II. 70,5 cm (2,7 cm)
I. 7,3 cm (0,4 cm)	II. 69,9 cm (3,1 cm)
I. 7,1 cm (0,4 cm)	II. 67,9 cm (2,1 cm)

Die Versuche zeigen, dafs die vom Aubertschen Satze behauptete Begünstigung des kleinen nahen Objektes bei instantaner Darbietung ausbleibt. Die in der Rubrik „II" stehenden Werte sind sehr annähernd zehnmal so grofs wie die unter „I".

---

[1] Auch Dobrowolsky und Gaine (l. c.) heben hervor, dafs die Form der Verzerrung schwer zu bezeichnen ist.

Vp. Herr Prof. MÜLLER, erklärte, er sei überrascht, die beiden getrennten Quadrate bei der grofsen Konstellation bereits in so beträchtlichem Abstand vom Fixierpunkte zu sehen. Die Einstellungen sind also jedenfalls nicht das Resultat von Voreingenommenheit.

An der gänzlichen Naivität der Vp. K. SCH. ist nicht zu zweifeln. Ich selbst war bei diesen Einstellungen weniger unbefangen, als sonst, weil ich die Versuche diesmal nicht, wie in allen anderen Fällen, vor den anderen Vpn., sondern erst nach Herrn Prof. MÜLLER vornahm. Da das Sehorgan von Herrn Prof. MÜLLER und die Art seiner Verwendung einige Besonderheiten aufweist, welche ein von der Norm abweichendes Ergebnis gerade bei Peripheriebeobachtungen stets in den Bereich der Möglichkeit rücken, so hatte dieses Wissen bei mir lediglich die eine Folge, dafs ich mich bemühte, bei der grofsen Konstellation im Urteil eher strenger zu sein als bei der kleinen. Wenn eine Voreingenommenheit bestand, so hätte sie n i c h t im Sinne des Ergebnisses gewirkt.

Dieser Versuch hat also, so scheint es wenigstens vorläufig, zur Klärung unserer Frage nichts beigetragen. Der Gegenstand hat lediglich ein verwickelteres Aussehen angenommen. Die soeben gefundene Tatsache erscheint noch unverständlicher, wenn man sich daran erinnert, dafs sich ja die Begünstigung der kleinen nahen Objekte gerade zum erstenmale bei instantaner Darbietung, nämlich bei der von uns als „I. AUBERTsche“ bezeichneten Versuchsanordnung zeigte.

Obwohl der wesentliche Fortschritt, den unsere Analyse durch die geschilderten Versuche gemacht hat, an dieser Stelle noch verborgen bleibt, so läfst sich doch ein kleiner positiver Ertrag unserer Bemühungen schon hier erkennen.

Die Einstellungen wurden ja in dieser letzten Versuchsreihe so vorgenommen, wie es auf Grund einfacher geometrischer Überlegung zu erwarten war. Alle Hypothesen, welche annehmen, dafs bei Abbildung auf der Peripherie und bei verschiedenen Akkommodationsgraden dioptrische Verwicklungen auftreten, denen jene einfache Überlegung nicht Rechnung trägt, werden hierdurch — in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der ersten Versuchsreihe — nochmals aufs schärfste widerlegt. Dort zeigte sich das AUBERT-FOERSTERsche Phänomen trotz Gleichheit des Akkommodationsaufwandes; hier bleibt es aus, obwohl die

Linse in den Vergleichsfällen sehr verschiedene Krümmungsradien besitzt. Denn die Akkommodation war auch hier eine scharfe.

Einerseits war das Zimmer auch vor dem Versuch nicht so absolut verdunkelt, dafs eine gröbere Täuschung über die Entfernung der Objekte möglich gewesen wäre; andererseits hatte das Fixierzeichen eine so helle Beleuchtung erfahren, dafs es deutlich gesehen werden konnte (der scheinbar einfachste Weg, Bestreichung des Fixierzeichens mit Leuchtfarbe, war aus diesem Grunde nicht gangbar).

Ferner weist der Versuch nochmals nach, dafs nicht die spezielle Natur des bei den Doppelquadraten zur Verwendung gelangenden Kriteriums für den Ausfall der Versuche bei Dauerbeleuchtung verantwortlich sein kann. Denn sonst müfste sich hier dasselbe ergeben.

Schliefslich konnte mit Hilfe dieser Versuche nochmals gezeigt werden, dafs die Einführung der Linse in unserer ersten Versuchsreihe keine physikalischen Verwicklungen einzuführen imstande ist. Auch hier wurde nämlich bei der letzten Runde sowohl von Jaensch wie von K. Schaper, bei der nahen Konstellation durch das Brillenglas 1,75 D beobachtet, während alle übrigen Umstände die gleichen blieben; eine Änderung trat hierdurch, wie man sieht, nicht ein.

§ 5.

a) Es ist eine bekannte und schon nach verschiedenen Seiten hin untersuchte Tatsache, dafs die scheinbare Gröfse der Sehdinge abnimmt, wenn man ein Konkavglas unmittelbar vor das Auge bringt. Die objektive Verkleinerung besitzt, wenn nur die Entfernung zwischen dem Hornhautscheitel und dem zweiten Hauptpunkt der Linse (d. h. in praxi der Linse selbst) hinreichend klein ist, nur einen aufserordentlich geringfügigen Betrag und ist jedenfalls, namentlich bei nicht zu hoher Dioptrienzahl, von ganz anderer Gröfsenordnung wie der Grad der gleichzeitig auftretenden subjektiven Verkleinerung. — Es besteht über diesen Gegenstand eine ausgedehnte Literatur.

Während ich nun lediglich im Interesse der Untersuchung der Linsenmikropsie derartige Versuche oft und unter verschiedenen Bedingungen anstellte, bot sich mir eine Beobachtung dar, die mich durch ihre grofse Deutlichkeit in hohem Mafse überraschte.

Wenn man irgendeinen Punkt des von verschiedenen Gegenständen ausgefüllten Gesichtsfeldes fixiert, so ist bekanntlich die Deutlichkeit der gesehenen Objekte um so geringer, je seitlicher sie sich auf der Netzhaut abbilden, je gröſser der Winkel ist, den die nach ihnen gezogene Richtungslinie mit der Gesichtslinie einschlieſst. Überschreitet dieser Winkel eine gewisse Gröſse, so tritt schlieſslich der Fall ein, daſs der Gegenstand überhaupt nicht mehr wahrgenommen wird. Ich fixierte in einem gröſseren Wohnraum einen Punkt der Wand von einem etwa 3 m entfernten Standort aus. Die Wand besaſs nur wenig kahle Flächen, und nur solche von geringer Ausdehnung. Unmittelbar vor der Wand und an derselben waren mancherlei Gegenstände angebracht: Möbelstücke, Bilder, Draperien.

Die Möbelstücke waren jedoch nur flach, so daſs die Akkommodation bei Betrachtung der Wand und der daran, bzw. davor angebrachten Gegenstände, wohl konstant gewesen sein dürfte.

Ich öffnete das rechte Auge nur für kurze Zeit, etwa für die Dauer einer Sekunde; der Blick wurde schnell nach dem vorher ausersehenen und durch eine Marke bezeichneten Punkte geworfen. Solange das Auge geöffnet war, suchte ich zweierlei zu erfassen; erstens einen wie groſsen Teil der Wand, bzw. der daran befindlichen Gegenstände, ich wahrnahm, zweitens, wie deutlich die seitlichen Zonen des Gesichtsfeldes erschienen. Ich achtete aber lediglich auf das „Bild“, welches sich mir darbot, und faſste den Eindruck nicht in Worte. Ich prägte mir also nicht die Namen der Gegenstände ein, welche ich gesehen hatte, sondern gab mich ganz allein dem bildmäſsigen Eindruck hin, ohne einen Versuch zu machen, denselben zu analysieren.[1] Alsdann setzte ich ein Konkavglas so nahe wie möglich vor das inzwischen wieder geschlossene rechte Auge. Das Glas brauchte keineswegs von hoher Dioptrienzahl zu sein, um den zu schildernden Erfolg hervorzubringen; ich benutzte in der Regel ein Glas von der Stärke — 3 D, konnte aber auch bei einem Glase von — 2,5 D noch keine sehr bedeutende Schwächung der Erscheinung beobachten; selbst bei — 1 D war der Erfolg noch vorhanden,

[1] Dieses Verhalten wurde damals ganz von selbst eingeschlagen, ohne eine besonders darauf gerichtete Reflexion. Erst nachträglich erkannte ich, daſs man sich bei derartigen Beobachtungen noch in anderer Weise verhalten kann.

wenn auch nicht so ausgesprochen. So oft ich den Versuch wiederholte — ich machte die Beobachtung während einer Krankheit und habe sie während der Zeit dieser unfreiwilligen Mufse Hunderte von Malen an sehr verschiedenen Gegenständen, und stets mit dem gleichen Erfolge wiederholt — immer von neuem hat mich der Anblick überrascht, der sich mir bot, wenn ich nun das Auge für die gleiche kurze Zeitdauer und nach Einstellung der Aufmerksamkeit in der vorhin angegebenen Weise öffnete. Nicht nur an irgend einer einzelnen, von der Aufmerksamkeit vielleicht bevorzugten Stelle, auf allen Radien des Gesichtsfeldes zugleich tauchten Gegenstände auf, welche im vorigen Falle ihrer peripheren Lage wegen überhaupt nicht bemerkt worden waren. Soweit bei dem (späterhin absichtlich) passiven Verhalten eine Schätzung möglich war, mufste sich nach meinem Dafürhalten der Durchmesser desjenigen Bezirkes der Wand, der überhaupt wahrgenommen wurde, in vielen Fällen etwa verdoppelt haben.

Das Ergebnis erfuhr keine Änderung, wenn die Beobachtung mit unbewaffnetem Auge an z w e i t e r Stelle vorgenommen wurde.

Aber hiermit nicht genug. Auch diejenigen Gegenstände, welche bereits beim erstgenannten Versuche gesehen worden waren, zeigten nun ein verändertes Aussehen. Jedem, der sich mit Peripherieversuchen beschäftigt hat, ist die eigentümliche, skizzenhafte Natur der peripheren Gesichtseindrücke bekannt.[1] Der Eindruck gibt nur die rohesten Umrisse der Gegenstände wieder; Einzelheiten fehlen; die Konturen sind verwaschen. Das Bild ist noch mangelhafter als eine Skizze; denn bei einer solchen sieht man doch die Striche der Schraffierung, welche die von den Konturen eingerahmten Felder bedecken; hier hingegen weifs man oft gar nicht mit Bestimmtheit zu sagen, was sich zwischen den Konturen befindet. Zonen, welche bei der Beobachtung mit unbewaffnetem Auge durchaus diesen Charakter trugen, füllen sich nun mit fein ausgeführten, detailreichen Bildern; eben noch mit rohen Skizzen bedeckt, erscheinen sie jetzt in einem Deutlichkeitsgrad, der sich von dem des zentralen Sehens nicht allzusehr unterscheidet.

Ich habe den Versuch von mehreren anderen Individuen

---

[1] Eine schöne Beschreibung dieser Wahrnehmungen findet sich bei Purkinje (l. c.). Er vergleicht sie mit den Erinnerungsbildern.

wiederholen lassen. Die Beobachtungen wurden oftmals und an verschiedenen Objekten angestellt. Ich stellte, um Suggestion möglichst zu vermeiden, die Frage in der disjunktiven Form: „Sehen Sie mit dem Glase einen gleich grofsen, kleineren oder gröfseren Teil des Feldes deutlich, wie mit unbewaffnetem Auge, wenn Sie in beiden Fällen den markierten Punkt genau fixieren?"

(Schon früh hatte ich die Beobachtung gemacht, dafs es für die Deutlichkeit der Erscheinung günstig war, wenn ich vermied, meine Aufmerksamkeit an einzelne Stellen des Gesichtsfeldes zu konzentrieren, wenn ich sie vielmehr in beiden Konstellationen möglichst fest auf den Fixierpunkt heftete und die Seitenteile nur nebenher zu beachten suchte. Ich verbot daher auch den anderen Beobachtern, die Aufmerksamkeit an einzelne Stellen des Gesichtsfeldes festzuheften, und schrieb ihnen das eben bezeichnete Verhalten vor.)

Die Antwort lautete bei denjenigen, welche überhaupt deutliche Mikropsie hatten[1], übereinstimmend dahin, dafs mit dem Brillenglase ein gröfserer Teil des Feldes gesehen werde, und dafs alle seitlichen Teile in diesem Fall erheblich deutlicher seien. (Mit einer gewissen, sogleich zu berührenden Beschränkung! Die Deutlichkeit des Phänomens ist in gewissen Fällen abhängig von der Beschaffenheit des Objektes. Doch tritt der betreffende Fall, solange man sehr komplizierte Gegenstände betrachtet, wie die Wand eines eingerichteten Zimmers, nur selten ein.)

Natürlich erhebt sich zunächst die Frage, ob die Erscheinung vielleicht lediglich auf physikalischen Faktoren beruht. Da sich diese Frage an späterer Stelle in einfachster Weise entscheiden wird, so kann ich meine anfänglichen Bemühungen, die Unschädlichkeit der einzelnen, möglicherweise in Betracht kommenden physikalischen Faktoren nachzuweisen, in aller Kürze behandeln.

Dafs die geringfügige objektive Verkleinerung des Netzhautbildes nicht für die Erscheinung verantwortlich sein kann, davon überzeugte ich mich durch eine an späterer Stelle (§ 8a) zu besprechende Methode. Die Verkleinerung einer unmittelbar vor das Auge gesetzten Linse von — 3 D ist von einer ganz anderen Gröfsenordnung und würde uns wegen ihres

---

[1] Dies ist nach meinen (in dieser Hinsicht rohen Erfahrungen) im allgemeinen nur bei jüngeren Individuen der Fall. Bei Myopen, die Brillen benützen, scheint die Mikropsie nur in sehr geringem Mafse aufzutreten.

geringen Betrages unmöglich in Gestalt einer, noch dazu erheblichen, Gesichtsfelderweiterung zum Bewufstsein kommen.

Der prismatischen Linsenwirkung wird man schwerlich eine erhebliche Bedeutung zuschreiben, wenn man bedenkt, dafs in unserem Falle, in welchem die Linse so nahe wie möglich vor das Auge gebracht wird, in welchem die Pupille aufserdem noch eng ist, nur solche Strahlen auf die Netzhaut gelangen, welche die Linse in nicht sehr grofser Entfernung von ihrem Zentrum durchsetzen.

An der photographischen Kamera vermochte ich durch Änderung der Blendenöffnung eine Verschiebung der seitlichen Partien des reellen Bildes niemals wahrzunehmen. Je nach der Gröfse der Blende erscheint ein am Rande abgebildeter Punkt verschieden scharf und mehr oder weniger verbreitert; aber die schärfste Stelle des Bildes befindet sich während der Gröfsenänderung der Blende stets an der gleichen Stelle der Mattscheibe.

Es läfst sich jedoch noch an einen anderen Faktor physikalischer Art denken. Gleichzeitig mit der Akkommodation für die Nähe verengt sich die Pupille. Man könnte nun daran denken, diesen Vorgang zur Erklärung der von uns beobachteten Erscheinung zu benutzen. In beiden Vergleichsfällen ist die Linse für die gesehenen Objekte akkommodiert. Soweit die Schärfe von dem Akkommodationszustande abhängt, mufs dieselbe in beiden Fällen als maximale bezeichnet werden. Trotzdem könnte, prinzipiell betrachtet, die Deutlichkeit, insbesondere diejenige der peripheren Teile, im Falle der Verwendung der Linse gröfser sein; denn in diesem Falle ist die Abblendung der Randstrahlen eine stärkere. Da sich nun die Wirkung der Randstrahlen um so stärker geltend macht, je peripherer ein Objekt abgebildet wird, so mufs diese Begünstigung besonders den seitlichen Teilen des Netzhautbildes zugute kommen. Hiermit ist natürlich nur gesagt, dafs die genannten Vorgänge bei dem Zustandekommen unserer Erscheinung möglicherweise eine Rolle spielen k ö n n e n, keineswegs aber folgt hieraus schon, dafs dies der Fall sein m ü s s e. Denn die auf dioptrischem Wege hervorgebrachte Erhöhung der Deutlichkeit in der Peripherie könnte hier so geringfügig sein, dafs sie allein nie und nimmer imstande wäre, den eklatanten Unterschied beider Konstellationen hervorzubringen. Das letztere ist nun tatsächlich der Fall. — Obwohl sich an späterer Stelle alle diese Fragen mit einem Schlage entscheiden werden, so kann es doch nicht schaden, wenn mehrere Beweise gegeben werden.

Läfst man jemand durch ein Konkavglas blicken, so verengt sich die Pupille bei Intensitätszunahme des einfallenden Lichtes. Nun erfolgt aber die Innervation beider Pupillen symmetrisch. Man ist also in der Lage, den Pupillendurchmesser jedes der beiden Augen auch durch Einwirkung auf das andere Auge zu beeinflussen.

Ich liefs nun die Vp. in einem nicht allzu hellen Zimmer mittels einer unmittelbar vor das rechte Auge gebrachten Linse von — 3 D beobachten. Dicht vor dem gleichfalls geöffneten linken Auge befand sich in geneigter Stellung, an einem Ständer befestigt, ein Spiegel, der jedoch vorläufig mit einem Stück schwarzen Papieres bedeckt war. Die Vp. kehrte den Rücken dem Fenster zu, und der Spiegel war so aufgestellt, dafs das durch den

oberen Teil des Fensters eindringende helle, jedoch nicht blendende Himmelslicht eines klaren Sommertages in das linke Auge reflektiert wurde. Entfernte ich nun mittels einer raschen, vorher eingeübten Bewegung gleichzeitig die Linse und das den Spiegel bedeckende Papier, so geriet die Pupille in dem darauf folgenden Augenblick deutlich in Bewegung, sie verengerte sich. Der verengernde Einflufs der Helligkeitssteigerung überwog denjenigen der Akkommodationsanstrengung. (Da die Rückwirkung der Akkommodation auf die Pupille eine verhältnismäfsig sehr beträchtliche ist, empfiehlt es sich, die Beobachtung an einem hellen Tage, aber in einem nicht allzu hellen Raume vorzunehmen. Es tritt sonst nämlich, wie sich bei einer Wiederholung des Versuches an einem hellen Tage im Freien zeigte, leicht der Fall ein, dafs die Pupille in derjenigen Konstellation, in welcher das Brillenglas und der verdeckte Spiegel benutzt wird, bereits so eng ist, dafs die Einspiegelung von Licht bei gleichzeitiger Entfernung der Linse eine deutliche Verengung nicht mehr hervorzubringen vermag.)

Der hierauf gegründete Versuch wurde an mehreren Beobachtern angestellt. Vor allem galt es, die beiden Hauptbeobachter der in diesem Paragraphen zu schildernden Erscheinungen, Herrn cand. phil. Westphal und mich selbst, nach jener Methode zu kontrollieren. Dafs die Verengung unter den genannten günstigen Umständen auch bei mir eintrat, konnte ein Gehilfe bestätigen.

Es erhielt also z. B. Herr Westphal vor das eine Auge dasselbe Brillenglas, mit dem er bei dem Mikropsieversuch beobachtet hatte. Er prägte sich zunächst den Grad der durch das Glas hervorgebrachten Gesichtsfelderweiterung ein. Nun wurde vor das bisher geschlossen gewesene, jetzt aber geöffnete andere Auge der verdeckte Spiegel gebracht, während das rechte Auge wiederum mit dem Konkavglas beobachtete. Alsdann entfernte ich gleichzeitig das Glas und die Verkleidung des Spiegels. Die Vp. wurde befragt, ob sie auch bei dieser Modifikation des Versuches einen Unterschied in der Weite des Gesichtsfeldes wahrnähme. Die Antwort lautete, dafs der in den beiden Konstellationen hervortretende Unterschied in der Weite des Gesichtsfeldes auch unter diesen, etwas abgeänderten Verhältnissen noch in voller Deutlichkeit vorhanden sei.

Das Gesichtsfeld erfuhr bei der zweiten Konstellation eine deutliche Einengung, obwohl die Pupille in diesem Falle den kleineren Durchmesser besitzen mufste. Dafs aber diese Verengung des Gesichtsfeldes nicht etwa durch die Freilegung des Spiegels hervorgebracht worden war, folgt aus der daneben angestellten Vergleichsbeobachtung. Die Vp. beobachtet ohne Brillenglas. Vor dem linken Auge befindet sich zuerst der verdeckte, dann der unbedeckte Spiegel. Die Vp. sagt aus, dafs eine Änderung der Grenzen des Gesichtsfeldes nicht eintrete. Bei dieser Konstellation ist auch der Unterschied der Pupillendurchmesser keineswegs kleiner, sondern erheblich gröfser als in der vorigen.

Das Urteil erfuhr nach meinem Dafürhalten durch die Vorsetzung des Spiegels, sowohl des unverdeckten wie des verdeckten, keine sehr wesentliche Beeinträchtigung seiner Sicherheit. Dafs der verdeckte Spiegel gar nicht als besonderes Objekt aufgefafst wurde, sondern nur wie ein Schatten

vor dem Auge erschien, erreichte ich eben dadurch, daſs ich den Spiegel möglichst nahe an das Auge heranbrachte, so nahe, daſs auf die Bedeckung des Spiegels nicht mehr akkommodiert werden konnte. Daſs dieser vor dem linken Auge entworfene Schatten den scharfen Konturen des dem rechten Auge dargebotenen Bildes im Wettstreit unterlag, ist verständlich. Nahezu gleich günstige Bedingungen für den Sieg der Konturen lieſsen sich aber auch im Falle des unverdeckten Spiegels herstellen. Hier war darauf zu achten, daſs lediglich die gleichförmige Färbung des Himmels im Spiegel erschien, dagegen keinerlei auffällige Konturen sichtbar wurden. Da ich die viel näheren Objekte, die sich im rechten Auge abbildeten, scharf sehen muſste, so war ich auch auf das dem linken Auge dargebotene Objekt, in diesem Falle das Bild des Himmels, nicht akkommodiert. Wurde vorhin dem linken Auge nichts anderes als ein düsterer Schatten dargeboten, so sieht es hier lediglich einen hellen Schein. Es zeigte sich, daſs derselbe im Wettstreit kaum minder leicht unterlag.

(Ein weiteres Bedenken ist hier gleichzeitig miterledigt. Benutzt man als Beobachtungsobjekt eine Zimmerwand mit den davor und daran angebrachten Gegenständen, so sind die Entfernungen der gesehenen Gegenstände, wenngleich ich (späterhin) darauf achtete, daſs nur Gegenstände von geringerer Tiefenerstreckung verwendet wurden, doch etwas ungleich. Jeder Amateurphotograph weiſs, daſs er mit Benutzung einer kleinen Blende eine gleichmäſsigere Schärfe in verschiedenen Tiefen erzielt, da ja gleichzeitig mit dem Durchmesser der Blende auch der aller Zerstreuungskreise verkleinert wird. Es hat sich aber soeben herausgestellt, daſs die Gröſse des Durchmessers der Pupille keinen merkbaren Einfluſs besitzt.)

Hingegen bedarf ein anderes Bedenken einer besonderen Erledigung. Wir muſsten schon früher einmal (S. 7 u. 18) die Frage aufwerfen, ob die verschiedene Deutlichkeit in zwei Konstellationen vielleicht dadurch zustande komme, daſs der Beobachter entgegen der Instruktion unbewuſsterweise Augenbewegungen ausführe, und daſs die Umstände zum Auftreten solcher Augenbewegungen in dem einen der zu vergleichenden Fälle günstiger seien als im anderen. Diese letztere Möglichkeit konnte damals ausgeschlossen werden, da die Akkommodation und die damit assoziierten Konvergenzgrade in beiden Fällen die gleichen waren. Hier hingegen sind die Akkommodationsgrade in den Vergleichsfällen verschieden.

Allein es ist aus einem anderen Grunde schwerlich angängig, die Erweiterung des Gesichtsfeldes auf die Erleichterung der Augenbewegungen im Falle der Verwendung der Linse zurückzuführen. Auch wenn man das Auge bei dem Versuch nur für ganz kurze Zeit öffnet, merkt man, daſs sich die Erweiterung der Grenzen des Gesichtsfeldes auf a l l e Radien desselben bezieht. Ich z. B. hatte gerade bei möglichst kurzen Expositionen den Eindruck der Erweiterung und zwar der allseitigen Erweiterung am deutlichsten. Fände die Erweiterung des Gesichtsfeldes nur in einer bestimmten Richtung statt, so könnte man sich mit mehr Recht auf den vielleicht vorhandenen Einfluſs der Augenbewegungen berufen, da in diesem Falle nur eine einzige, in einem Bruchteil einer Sekunde zu vollendende Augenbewegung nötig wäre. Ist die Erweiterung eine allseitige, so könnte

man zur Not auch noch an eine einzige in ununterbrochenem Zuge ausgeführte Augenbewegung denken, da es nämlich von vornherein nicht ausgeschlossen ist, dafs die Vp. den Fixierpunkt mit dem Auge umkreist. Eine solche Ansicht liefse sich, wie auch sonstige aus der Luft gegriffene und jeder tatsächlichen Unterlage entbehrende Möglichkeiten, auf direktem Wege schwerlich zwingend widerlegen; doch erscheint sie sehr unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, dafs sich der Beobachter doch bemüht, entsprechend der Instruktion den bezeichneten Punkt wirklich zu fixieren. Es ist also sehr wahrscheinlich, dafs während des gröfsten Teiles der Expositionsdauer wirklich fixiert wird. Wenn Abweichungen vorkommen, so dürfte es sich — ein strenger Gegenbeweis ist, wie gesagt, an dieser Stelle unmöglich — nur um diejenigen Abweichungen handeln, welche, wie auch die Selbstbeobachtung bei solchen Versuchen lehrte, gegen unseren Willen am leichtesten unterlaufen, d. h. ein Abirren der Augenachse nach einer bestimmten Richtung hin und ein Wiederzurückschwanken derselben, sobald sich der Beobachter der Pflicht des Fixierens erinnert. Ein Umherwandern der Augenachse aber längs einer den Blickpunkt umschliefsenden Kurve erscheint sehr unwahrscheinlich, solange der Gedanke an die Pflicht der Fixation dem Beobachter mit einiger Lebhaftigkeit vorschwebt. Falls aber nur ein einfaches Abschweifen und Wiederzurückschwanken der Augenachse vorkommen sollte, müfste man wohl zur Erklärung einer allseitigen Erweiterung eine ganze Anzahl von Bewegungen annehmen, deren jede die Augenachse vom Fixierpunkt entfernt, um sie darauf demselben wieder zu nähern.

Auch ist nicht einzusehen, weshalb sich eine solche Augenbewegung mit der gröfsten Konstanz stets von neuem wiederholt, wie oft man auch den Versuch vornimmt.

Ferner findet bei Akkommodation (und Konvergenz) für die Nähe zwar eine Erleichterung der Senkung, aber keine Erleichterung der Hebung der Augenachse statt. Man dürfte hiernach auf keinen Fall eine allseitige Erweiterung erwarten.

Vor allem aber ist zu beachten, dafs die Erscheinung um so deutlicher ist, je fester man seine Aufmerksamkeit in beiden Konstellationen auf den Fixierpunkt richtet, und je mehr man sich bestrebt, auf die seitlichen Teile nur nebenher zu achten.

Mit unbedingter Strenge wird die Frage nach der etwaigen Verantwortlichkeit der Augenbewegungen im § 8 gelöst werden.

Bei der wissenschaftlichen Arbeit gelangen wir oft auf dem Umwege über Irrtümer zu tieferen Einsichten. Experimente, zur Entscheidung einer falsch gestellten Frage unternommen, können zuweilen in ganz anderer Richtung eine unvermutete Entscheidung bringen. Der geneigte Leser wolle die Geduld nicht verlieren, wenn er in dem jetzt zu gehenden Wege vorerst nur den Irrtum sieht.

Es lag der Gedanke nahe, auch demjenigen, welcher sich

aus den oben genannten Gründen von der Gröfse des Unterschiedes beider Konstellationen nicht selbst überzeugen kann, eine zahlenmäfsige Vorstellung hiervon zu verschaffen.

Hierbei leitete mich die folgende Überlegung.

Angenommen die Vp. beobachtet eine Wand mit dem Brillenglase aus der Entfernung e, wobei die Verbindungslinie ihres Auges mit dem Fixierpunkt auf der Wand senkrecht steht. Sie übersieht alsdann einen gewissen Teil der Wand; das Netzhautbild dieses Teiles der Wand besitze den Flächeninhalt a^2. Wird das Glas abgenommen, so wird ja nach dem oben Angeführten ein erheblich kleinerer Teil der Wand gesehen. Soll derselbe Teil der Wand übersehen werden, wie zuvor, so mufs das Netzhautbild mit sich selbst proportional verkleinert werden, z. B. auf die Flächengröfse $\left(\frac{a}{n}\right)^2$. Erklärt die Vp. nach dieser Verkleinerung, sie übersehe jetzt dieselben Gegenstände, den gleichen Teil der Wand, wie bei der Konstellation, in der sie das Brillenglas benutzte, so verhalten sich die mit Brillenglas und ohne dasselbe übersehenen Netzhautflächen wie $n^2:1$.

Eine solche mit sich selbst proportionale Verkleinerung des Netzhautbildes entsteht dadurch, dafs sich die Vp. von der Wand entfernt und aus einer n-mal so grofsen Entfernung beobachtet, wie anfangs. Macht sie in dieser Entfernung die soeben bezeichnete Aussage, so ist das ein Beweis dafür, dafs das Netzhautbild im Verhältnis $n^2:1$ verkleinert werden mufste, sollte mit unbewaffnetem Auge ein ebenso grofser Bezirk übersehen werden, wie mit dem Glase.

(Schon bei den oben geschilderten Beobachtungen wird dem Leser eine Frage auf den Lippen geschwebt haben. Wir verlangen von jedem Experimentator, dafs er seine Versuche unter Bedingungen anstelle, welche genau rekonstruierbar sind. Eine mit den verschiedensten, in einer Ebene angeordneten Gegenständen besetzte Wandfläche scheint für eine wissenschaftliche Untersuchung durchaus kein ideales Beobachtungsobjekt zu sein. Vielmehr erwartet der geneigte Leser wohl von uns, dafs wir uns einer mit bestimmt angebbaren und genau rekonstruierbaren Zeichen bedeckten Fläche bedienen und in den beiden zu vergleichenden Fällen die Zeichen von der Vp. angeben lassen, welche sie gesehen hat. Eine Rechtfertigung unseres Verfahrens wird sich an späterer Stelle ganz von selbst ergeben. Im Anfang durften wir bei der weiteren Analyse der bisherigen Beobachtung schon darum von der allgemeinen Form der Versuchsanordnung nicht abweichen, weil eine sehr geringfügige Modifikation der äufseren Versuchsumstände das psychische Verhalten oft sehr wesentlich ändert.)

Schon an dieser Stelle scheint sich ein anderes, ernsteres Bedenken gegen den Versuch einer wirklich exakten Ermittlung des genannten Zahlenverhältnisses zu erheben. Die beiden verglichenen Konstellationen unterscheiden sich nämlich nicht nur in demjenigen Umstand, dessen Einflufs untersucht werden soll, sondern auch noch in anderer Hinsicht. Zwar haben wir gesehen, dafs der verschiedene Akkommodationszustand in den beiden Vergleichsfällen eine wesentliche Änderung des physikalischen Abbildungsvorganges nicht hervorzubrigen vermag. Allein die Beobachtungen findet aus verschiedenen Entfernungen statt; zu der zu beobachtenden Erscheinung kommt also das Aubertsche Phänomen noch hinzu.

Angenommen, wir müssen, nachdem wir mit dem Brillenglas beobachtet haben, ein bestimmtes Stück zurücktreten, um mit unbewaffnetem Auge den gleichen Eindruck zu erhalten. Wir brauchten nur weniger weit zurückzutreten, wenn das A. F. G. nicht gälte. Nach diesem Satze mufs ja ein peripher beobachtetes Objekt, um bei der Beobachtung von einem nahen und von einem fernen Standort aus gleich deutlich zu sein, bei letzterem Standort auf eine dem Zentrum nähere Zone der Netzhaut gebracht werden. Dafs wir überhaupt zurücktreten müssen, hat seinen Grund lediglich in dem Unterschied zwischen dem Eindruck bei Beobachtung mit Linse einerseits, ohne Linse andererseits; dafs wir gerade so weit zurücktreten mufsten, hat nicht lediglich hierin seinen Grund, sondern gleichzeitig darin, dafs wir das durch das Zurücktreten bedingte Aubert-Foerstersche Phänomen zu kompensieren haben, indem wir eben durch weiteres Zurücktreten das periphere Objekt dem Zentrum nähern. Der Zahlenwert, welchen wir so erhalten, ist also kein eindeutiger.

Obwohl demnach diese Versuche, gemessen an ihrem ursprünglichen Zweck, die Vergröfserung des Gesichtsfeldes bei Linsenmikropsie auch zahlenmäfsig zu formulieren, unbedenklich als verfehlt bezeichnet werden müssen, so hatten sie doch ein für den Fortgang unserer Untersuchung nicht unwichtiges Ergebnis.

Da nun eine exakte Durchführung der Untersuchung in jedem Falle nötig ist, gleichgültig, ob es sich um die Beantwortung der ursprünglichen oder einer späterhin erst hervortretenden Fragestellung handelt, so erlaube ich mir, diese, wenn man so will, verfehlten Versuche, etwas eingehender zu schildern. Es war

schon einmal hervorgehoben worden, dafs die Schwierigkeit, die Aufmerksamkeit, während sie auf dem Fixierpunkt festgehalten wird, über die anstofsenden Teile des Gesichtsfeldes gleichmäfsig zu verteilen, anstatt sie auf eine bestimmte Stelle der Peripherie zu konzentrieren, mit der Länge der Expositionszeit zu wachsen scheine; hingegen scheint die gleichmäfsige Beachtung des ganzen anstofsenden Feldes, nach meinen Selbstbeobachtungen wenigstens, bei kurzen Expositionen das naturgegebene Verhalten zu sein. Verlangen wir nun von dem Beobachter eine möglichst gleichförmige Verteilung der Aufmerksamkeit, so werden wir ihm die Aufgabe erleichtern, wenn wir die Beobachtungszeiten sehr kurz wählen.

Allein wir dürfen hierbei eine gewisse untere Grenze nicht überschreiten. Ich hatte nämlich in dem Falle der Beobachtung mit unbewaffnetem Auge bemerkt, dafs das Gesichtsfeld in den ersen Augenblicken, nicht allseitig zwar, aber um ein in einer bestimmten Richtung liegendes, übrigens nicht sehr ausgedehntes Stück gröfser war, als unmittelbar darauf, während alsdann seine Ausdehnung bis zum Schlusse auch bei längerer Expositionszeit konstant blieb, vorausgesetzt, dafs ich der Versuchung solange widerstehen konnte, die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Ort zu konzentrieren. Nach sehr häufiger Wiederholung der Beobachtung bemerkte ich hierbei stets, dafs ich im ersten Augenblicke den zu fixierenden Punkt nicht sofort getroffen hatte. Vermutlich wird also zu dem im ersten Augenblicke der Fixation Wahrgenommenen noch dasjenige Stück hinzugefügt, welches sich in der unmittelbar vorher eingenommenen Augenstellung noch in hinreichend zentraler Lage abbildete, um noch eine gewisse Deutlichkeit zu besitzen. Bei Benutzung des Brillenglases habe ich übrigens einen ähnlichen Unterschied zwischen dem ersten Moment und der darauffolgenden Zeit nie beobachtet.

Das Metronom machte 94 Schläge in der Minute. Der Versuchsleiter begleitete dieselben durch Mitzählen. Bei „1“ wurde das Auge geöffnet und auf den durch eine Marke bezeichneten Fixierpunkt gerichtet, bei „2“ und „3“ beobachtet, bei „4“ wurde das Auge geschlossen.

Dieses Verhalten wurde vor den Versuchen eingeübt; die Innehaltung desselben während der Versuche blieb der Vp. überlassen. Es wäre störend gewesen, hätte die Vp. neben ihrer ohnehin nicht leichten Aufgabe noch auf die Kommandos zu achten. Der Takt wurde vor Beginn jedes Versuchstages der Vp. ins Gedächtnis zurückgerufen.

Die Linie, längs welcher sich die Vp. von der betrachteten Ebene zu entfernen hatte, war durch eine auf dem Fufsboden aufgespannte Schnur bezeichnet. In einer ersten Konstellation (*A*)

war der Standort gegeben, von welchem aus die Beobachtungen mittels des Glases erfolgen sollten. Gesucht war der Punkt, von dem aus das Gesichtsfeld bei unbewaffnetem Auge denselben Umfang zu haben schien. Die Vp. trat nun einige Dezimeter zurück und machte, im übrigen in derselben Weise, eine Anzahl von Beobachtungen mit unbewaffnetem Auge, und zwar deren etwa 6—8. Der Punkt, von welchem aus sie beobachtet hatte, wurde durch eine Stuhllehne bezeichnet. Nun kehrte sie wieder in die Ausgangsstellung zurück und stellte etwa eben soviel Beobachtungen mit der Linse an; hierauf beobachtete sie wieder mit unbewaffnetem Auge von einem etwas hinter der Stuhllehne gelegenen Standort aus. Jetzt wird dieser Standort mittels der Stuhllehne bezeichnet; die Vp. begibt sich wieder nach vorn usw. War das Urteil nicht sicher, so kehrt die Vp., nachdem sie vorn beobachtet hat, noch einmal, nötigenfalls ein drittes und viertes Mal, in dieselbe hintere Stellung zurück. Der Vorgang wiederholt sich so lange, bis derjenige Ort erreicht ist, bei welchem das Gesichtsfeld gerade ebenso grofs erscheint, wie bei der Beobachtung mit der Linse in der vorderen Stellung.

Alsdann wurde umgekehrt die mit unbewaffnetem Auge einzunehmende Stellung in der Weise ermittelt, dafs von einem sicher zu fernen Standort aus, welcher das Gesichtsfeld deutlich zu weit erscheinen liefs, in derselben Weise allmählich nach vorwärts gegangen wurde, in der der Beobachter beim vorigen Ver-Versuch nach rückwärts geschritten war. Diese Konstellation heifse A, b, die vorige A, a.

Bisher war der Standort für die Beobachtung mit der Linse vorgeschrieben. Es folgten Beobachtungen, bei denen umgekehrt die Beobachtungen mit unbewaffnetem Auge von einem vorgegebenen Punkt aus erfolgten. Je nachdem sich die Vp. bei der Wahl der zweiten Stellung dem Fixierpunkt nähert, oder sich von ihm entfernt, nennen wir diese Konstellation B, a oder B, b.

Es mag noch auf einige fast selbstverständliche Punkte hingewiesen werden. Voraussetzung ist natürlich, dafs die Vp. sicher ist, in beiden Konstellationen völlig scharf zu fixieren. Ferner mufste auch darauf geachtet werden, dafs die Linse bei dem betreffenden Beobachter ganz dicht an den Augapfel herangebracht werden kann, dafs sich keine anatomischen Hindernisse erheben. — Das Netzhautbild darf durch das Vor- und Zurückschreiten lediglich vergröfsert bzw. verkleinert werden, mufs sich selbst aber stets geometrisch ähnlich bleiben. Da wir uns längs einer zu der

Ebene, in welcher die Objekte angebracht sind, senkrecht stehenden Schnur bewegten, so ist diese Bedingung erfüllt. Zu beachten bleibt nur noch, daſs in den ferneren Stellungen keine neue, der Beobachtungsebene nicht angehörende, sondern seitlich vom Beobachter befindliche Objekte ins Gesichtsfeld eintreten.

Das Eintreten neuer seitlicher Gegenstände kann dem Beobachter eine Vergröſserung des Gesichtsfeldes vortäuschen; es kann aber auch die umgekehrte Wirkung haben, wenn nämlich durch die neuen Gegenstände Objekte der zu beobachtenden Ebene verdeckt werden. Gegenstände, welche sich zwischen der Beobachtungsebene und dem Auge der Vp. etwa befinden, müssen demnach von der Schnur einen gröſseren seitlichen Abstand besitzen. Ferner muſs die Beobachtung an verschiedenen Objekten vorgenommen werden. Man glaubt einen bekannten Gegenstand bei Peripherieversuchen zuweilen scharf zu sehen, wenn man nur irgendeinen charakteristischen Teil desselben deutlich sieht; würde nur ein Objekt immer wieder verwendet, so wäre die Möglichkeit, daſs dieser Fall in der Nahestellung, d. h. im Falle der Mikropsie stets eintritt, nicht abzuweisen.

Wir geben nun die Resultate von vier Versuchstagen. Eine gröſsere Häufung erschien wegen der auſserordentlichen Deutlichkeit des Phänomens kaum erforderlich. Die Einstellungen nehmen auch, wenn mit Sorgfalt ausgeführt, wegen ihrer langen Dauer und Schwierigkeit die Geduld der Vp. im hohen Maſse in Anspruch.

Die Zahlen bezeichnen die in Zentimetern gemessene Entfernung des Auges der Vp. von dem in Augenhöhe angebrachten Fixierzeichen. War der Punkt erreicht, in welchem das Gesichtsfeld bei unbewaffnetem Auge dieselbe Ausdehnung zu besitzen schien, wie im Falle der Beobachtung mit Linse, so besaſs es einige Male in den peripheren Zonen noch nicht die gleiche Deutlichkeit. Die Entfernungen, bei denen auch in dieser Beziehung Gleichheit herrschte, sind in Klammern beigefügt. Als Ausgangsstellung bei den Versuchen von der Gattung B wurde der Standort genommen, für welchen sich die Vp. bei den Versuchen von der Gattung A entschieden hatte.

Selbstverständlich wurde der Vp. eingeschäft, daſs sie bei der Wahl ihrer Stellung nur das ihr vorgeschriebene Kriterium, nämlich die Weite des Gesichtsfeldes, zu benutzen habe, und daſs sie insbesondere nicht auf die Gröſse ihres Abstandes vom Objekte achten solle. Es ist einer gewissenhaften Vp. sehr wohl möglich, von solchen unerlaubten Hilfsmitteln zu abstrahieren.

Mit Absicht wurde den gegebenen Entfernungen an den einzelnen Versuchstagen nicht der gleiche Gröſsenwert erteilt. Eine Variierung innerhalb weiterer Grenzen verbot sich, einmal durch die Natur der Raum-

verhältnisse; andererseits wollte ich mich innerhalb des Gebietes halten, in welchem mir die Linsenmikropsie und auch die neu beobachtete Erscheinung am ausgesprochensten erschien.

	A	*Aa*	*Ab*	*B*	*Ba*	*Bb*
1. Runde[1]	250	520	—	520	288	—
2. „	275	480 (507)	486	483	303	324
3. „	185	353 (364)	332	343	199	212
4. „	225	312	322	317	247	236

A gegebener Standort (Beobachtung mit Linse). *B* gegebener Standort (Beobachtung ohne Linse). *Aa* u. *AB* gewählter Standort (Beobachtung ohne Linse). *Ba* u. *Bb* gewählter Standort (Beobachtung mit Linse).

Dafs zwischen dem 4. und den anderen Versuchstagen ein erheblicher Unterschied besteht, zeigt sich in geringerem Mafse schon in den Zahlenwerten, geht aber mit voller Deutlichkeit erst aus den Selbstbeobachtungen der Vp. hervor.

Im allgemeinen war das Gesichtsfeld ziemlich gleichmäfsig mit Gegenständen angefüllt gewesen. Bei der im Hofe des Psychologischen Instituts angestellten vierten Beobachtungsreihe liefs sich ein gleichmäfsig ausgefülltes Gesichtsfeld weder finden noch herstellen. Als Objekt diente eine Hauswand. In der Mitte befand sich eine verhältnismäfsig kleine Gruppe von Gegenständen, im wesentlichen bestehend aus zwei Fässern. Rechts und links davon, sowie darüber war in weitem Umkreis nichts anderes sichtbar, als die gleichförmige Wand. Noch weiter nach rechts befand sich eine Tür, die sich von der Wand, besonders im indirekten Sehen, gleichfalls nicht stark abhob. Auf der linken Seite hingegen war ein geöffnetes Fenster mit leuchtend weifsem Rahmen zu sehen.

---

[1] Die Versuche *B* mufsten in der ersten Runde unterbleiben. Die Vp. konnte sich nicht so weit entfernen, dafs der wahrgenommene Bezirk mit unbewaffnetem Auge deutlich gröfser erschien, da die Dimensionen des Zimmers, in welchem diese Beobachtungen angestellt wurden, hierzu nicht hinreichten. Bei „550“ erschien das Gesichtsfeld „gröfser“, aber noch nicht „deutlich gröfser“.

Die viel zahlreicheren Beobachtungen von Jaensch wurden hier nicht aufgeführt, da sie bezüglich des an dieser Stelle allein wichtigen Punktes kein besonderes Interesse besitzen.

Die Vp. gab bei einer der ersten Beobachtungen zu Protokoll, sie sei diesmal in ihrem Urteil sehr unsicher; es störe sie, dafs so wenig Gegenstände da sind. Nachdem die Beobachtungen eine Zeitlang fortgesetzt worden waren, erklärte die Vp., eigentlich seien doch genug Objekte da. Aber der seitliche Fensterrahmen habe eine so leuchtende Helligkeit. „Wenn ich auf ihn „achte, merke ich gar keinen Unterschied, ob ich das Glas vor„nehme oder nicht". Vp. bemühte sich auf Geheifs des Vl. bei der durch die Methode geforderten Wahl des Standortes die Aufmerksamkeit von dem Fensterrahmen soviel wie möglich abzulenken.

Die beiden Aussagen scheinen einander nicht zu widersprechen. Weil das Gesichtsfeld nicht gleichmäfsig ausgefüllt war, darum zog der auffallende Gegenstand inmitten einer einförmigen Umgebung die Aufmerksamkeit auf sich.

Diese Beobachtungen wurden im Juli 1907 angestellt. Ich gestatte mir, eine Auslassung wörtlich wiederzugeben, die ich im Februar auf Grund sehr häufig wiederholter Beobachtungen in meiner Notizmappe niedergelegt hatte:

„Es scheinen zwei verschiedene Verhaltungsweisen der Auf„merksamkeit möglich zu sein. Einmal nämlich kann ich meine „Aufmerksamkeit bei strenger Fixation [des Zeichens (nachträg„licher Zusatz)] über das ganze Gesichtsfeld gleichmäfsig ver„teilen. „Verteilen", dieser Ausdruck mittels eines Verbums, „welches eine Tätigkeit bezeichnet, ist hierbei nicht ganz treffend; „denn das genannte Verhalten stellt sich, wenigstens bei kurzen „Expositionen, ganz von selbst, naturgegebenerweise, ohne be„sonderes Zutun, d. h. ohne vorherige Einstellung der Aufmerk„samkeit, ein. Das zweite Verhalten hingegen scheint das natur„gemäfsere und läfst sich nur schwer unterdrücken, wenn sich „die Exposition über längere Zeit erstreckt. Hier ertappe ich „mich fast stets dabei, dafs ich nach einiger Zeit die Aufmerk„samkeit nacheinander auf einzelne Teile des Gesichtsfeldes kon„zentriere, anstatt ein simultanes Bild in mich aufzunehmen; dafs „ich die Gegenstände des Gesichtsfeldes sowohl auf ihr Vor„handensein, als auch auf ihren Deutlichkeitsgrad hin nach„einander durchgehe. Diese lokale periphere Konzentration der „Aufmerksamkeit, von deren Eintreten ich ein, allerdings schwer „weiter analysierbares Bewufstsein habe, läfst sich am leichtesten „vermeiden, der merkbar simultane Charakter des Bildes bleibt

„am besten gewahrt, wenn ich die Aufmerksamkeit in beiden „Konstellationen ganz fest auf den Fixierpunkt, den Mittelpunkt „des Gesichtsfeldes, hefte und alles andere nur so nebenher „beachte.

„Für meine Beobachtung scheint es gleichgültig zu sein, „welche der beiden Verhaltungsweisen der Aufmerksamkeit ich „einschlage. In beiden Fällen nehme ich in einem bestimmten „Augenblick nicht nur den Fixierpunkt wahr, bzw. den Fixier„punkt und den Punkt, auf den ich aufserdem noch meine Auf„merksamkeit konzentriere, sondern ich erhalte stets von den „Dingen des Aufsenraums, soweit sie dem Fixierpunkt nicht zu „fern liegen, ein Bild von bestimmter Ausdehnung und von einer „bestimmten Verteilung der Deutlichkeit, ein Bild, welches ich „als ein simultanes wahrnehme, oder doch wenigstens als ein „simultanes wahrzunehmen glaube. Soweit ist die Sache trivial.

„Ich kann nun aber schwören, dafs dieses Bild sehr viel „mehr Gegenstände enthält, also erheblich weiter ist bei der Be„obachtung mit Konkavglas[1], wie bei der Beobachtung mit un„bewaffnetem Auge, und dafs von bestimmten Gegenständen ge„bildete Zonen des Gesichtsfeldes bei der erstgenannten Kon„stellation noch sehr schön scharf und klar erscheinen, die bei „der zweiten schon ganz schemenhaft und wie in Nebel ge„taucht sind. Ganz unerklärlich und närrisch wird aber die „Sache durch den folgenden Umstand[2]: Begnüge ich mich nicht „mit diesem passiven Verhalten, diesem Aufmichwirkenlassen des „bildmäfsigen Eindrucks, sondern nehme ich mir ganz bestimmt „vor, meine Aufmerksamkeit nach den periphersten noch sicht„baren Objekten zu richten, und zwar zu dem bestimmten Zwecke „der Feststellung, welches diese periphersten noch sichtbaren „Gegenstände sind, so gelange ich zu dem Urteil, dafs das Ge„sichtsfeld in beiden Fällen, bei Beobachtung mit und ohne Linse, „von den gleichen Gegenständen begrenzt wird. Ob hierbei auch „der vorhin vorhandene Unterschied in der Deutlichkeit der „peripheren Zone ausgeglichen wird, vermag ich nicht mit der„selben Sicherheit anzugeben.“

---

[1] Das Glas — 3 D wurde auch hier schon stets so nahe wie möglich ans Auge gebracht.

[2] Bisher liefs ich das Gesamtbild ganz passiv auf mich wirken, ohne mir bestimmte Fragen vorzulegen, ob ich diesen oder jenen Gegenstand noch sehe, und welche Einzelheiten ich an ihm unterscheiden kann.

In dieser Darstellung, an der ich trotz immer wiederholter Beobachtungen auch gegenwärtig nichts zu ändern habe, ist, wie es scheint, nur mit etwas mehr Worten dasselbe gesagt, was dann auch Herr Westphal zu Protokoll gab. Auch er findet keinen Unterschied in den Grenzen der Gesichtsfelder, wenn er seine Aufmerksamkeit auf ein an der Grenze der Sichtbarkeit stehendes Objekt konzentriert und die Ausdehnung der Gesichtsfelder danach vergleicht, ob und wie er dieses Objekt im anderen Falle noch wahrnimmt.

Obwohl die Messungsmethode, durch die hier der erweiternde Einflufs festgestellt werden sollte, auf einer fehlerhaften Voraussetzung beruht, so ist doch die quantitative Bestimmung durch die Vp. vermöge des Zwanges zu gröfserer Genauigkeit ganz anders dazu angetan, die möglichen Selbstbeobachtungen ans Tageslicht zu ziehen, als die blofse qualitative Konstatierung. Je nachdem sich die Vp. in der einen oder der anderen Weise verhält, mufs sie ihren Standort verschieden wählen; durch den Konflikt, in den sie hierdurch gerät, wird sie auf die Gründe aufmerksam.

Man darf einen Umweg nicht als vergeblich betrachten, wenn er eine Bestätigung von Selbstbeobachtungen bringt, auf die der Untersuchende selbst erst nach langem und vertrautem Umgange mit den betreffenden Beobachtungen aufmerksam wurde, und welche durch eine dem Gegenstand ferner stehende Vp. von selbst sonst wohl nicht so leicht angestellt werden würden.

Daraus, dafs für die beschriebene Erscheinung ein ganz bestimmtes Verhalten der Aufmerksamkeit Voraussetzung ist, dafs sie ausbleibt, wenn diese rein psychische Bedingung nicht erfüllt ist, erkennen wir nochmals, und zwar am sichersten, ihre Unabhängigkeit von den physikalischen Faktoren, an die man bei der Erklärung des Phänomens vielleicht zunächst denken könnte.

Ich habe dann auch Herrn Westphal dieselben Einstellungen (Getrenntheit der Quadrate) machen lassen, über die wir bei der Schilderung der ersten Versuchsreihe berichteten (§ 1d), jedoch nur an der „grofsen“ Versuchsanordnung und einmal mit, einmal ohne Mikropsie. Hierbei mufste für die Ausschaltung einer Fehlerquelle Sorge getragen werden. Da die Vergleichsversuche in diesem Falle an derselben Anordnung vorgenommen werden, so könnte die Vp. darauf kommen, sich einfach den Ort des Doppelquadrates zu merken und diesen Umstand als Kriterium zu benutzen. Träte in den Vergleichskonstellationen keine Differenz zutage, so wäre an die Mitwirkung dieser Fehlerquelle zu denken. Ich schaltete darum nach jeder Einstellung einen

Vexierversuch ein, bei welchem die Vp. die gleiche Aufgabe zu erfüllen hatte, wobei das Glas aber nicht unmittelbar vor dem Auge, sondern einige Zentimeter von demselben entfernt angebracht wurde. In diesem Falle tritt gleichfalls eine Verkleinerung ein, die aber nun zu einem nicht unbeträchtlichen Teil objektiv ist. Obwohl die Netzhautbilder beim Mikropsieversuch und bei Einstellung mit unbewaffnetem Auge nahezu völlig gleich, bei Vorsetzung der Linse in einiger Entfernung dagegen nicht unerheblich kleiner sind, so erscheinen doch die Wahrnehmungen, welche man in den beiden Fällen erhält, in denen die Linse angewendet wird, einander erheblich ähnlicher, und ganz anders als im Falle der Beobachtung mit unbewaffnetem Auge. Wenn also eine Tendenz vorhanden ist, einfach den Ort als Kriterium zu benützen, so wird diese Tendenz vor allem da zutage treten, wo die Versuchsanordnung ganz ähnlich aussieht, wie bei der soeben vorangegangenen Einstellung; auf Grund dieser Tendenz werden dann gerade in den Fällen der Beobachtung mit der Linse ähnliche Einstellungen geliefert werden, was ja wegen der Verschiedenheit der Netzhautbilder nicht der Fall sein dürfte, wenn allein die in der Empfindung liegenden Bestimmungsgründe auf das Urteil Einfluſs besessen hätten.

In der Tat lassen die Einstellungen bei reiner Mikropsie und bei unbewaffnetem Auge einen Unterschied nicht erkennen[1], während bei der teils subjektiven, teils objektiven Verkleinerung die Getrenntheit schon in weiterer Entfernung vom Fixierzeichen deutlich ist. Der Mittelwert der Einstellungen beträgt bei unbewaffnetem Auge 43,3 cm, bei reiner Mikropsie 45,0 cm (m. Abw. 4,3 cm bzw. 3,2 cm), an einem anderen Versuchstage 44,4 cm (m. Abw. 2,9 cm) bzw. 41,2 cm (m. Abw. 2,4 cm).

Vp. hatte bei diesen Einstellungen durchweg den Eindruck, daſs in beiden Fällen, in denen mit Linse beobachtet wurde, das Doppelquadrat sogleich beim Auftreten der Getrenntheit viel tiefer schwarz, viel weniger grau sei, als bei der Einstellung mit unbewaffnetem Auge. Vp. empfand diesen Umstand störend, da das Bild der Doppelquadrate in den beiden Konstellationen infolge hiervon so verschieden sei, daſs die Entwicklung eines

[1] Der Grund dieses Verhaltens ist, wie wir bei Gelegenheit der Behandlung des Kosterschen Gesetzes sehen werden, darin zu suchen, daſs die durch die Linse erzeugte Mikropsie nicht hochgradig genug ist, um Einstellungen im Sinne des 2. Aubertschen Versuches zu bedingen.

in den verschiedenen Fällen gleichen Urteilsmaſsstabes unmöglich gemacht, oder wenigstens sehr erschwert würde.

Ich selbst habe während 6 Versuchstagen eine sehr viel gröſsere Reihe von Einstellungen vorgenommen. Während anfangs das Doppelquadrat bei reiner Mikropsie im Falle der Erreichung des Punktes der Getrenntheit etwas weiter vom Fixierpunkt entfernt war, als bei Einstellung mit unbewaffnetem Auge, trat bald, wie bei Herrn Westphal, ein regelloses Auf- und Abschwanken um den bei unbewaffnetem Auge gelieferten Wert herum auf.

Es zeigt sich hierin nochmals die Einfluſslosigkeit der physikalischen Faktoren und andererseits die Wirkung der lokalen Konzentration der Aufmerksamkeit auf das periphere Objekt. Behalte ich meinen Standort, von dem aus ich die Einstellungen gemacht habe, bei, und betrachte ich, ohne Einstellungen zu machen, die Versuchsanordnung, indem ich meine Aufmerksamkeit auf den fixierten Punkt konzentriere und alles übrige nur nebenher beachte, so sehe ich wiederum bei Benutzung der Linse einen gröſseren Bezirk der an der Wandfläche angebrachten Versuchsanordnung simultan deutlich.

Es sei noch bemerkt, daſs ich über den geringen Grad der Erscheinung in Verwunderung geriet, als ich unter denselben Bedingungen anstatt einer Gruppe mannigfacher Gegenstände, eine mit weiſsem Papier überzogene Wandfläche betrachtete, auf der in regelmäſsigen Abständen einfache schwarze Figuren aufgeklebt waren. Diese Beobachtung bewog mich auch dazu, im allgemeinen mit den komplizierteren Objekten des gewöhnlichen Lebens zu operieren.

b) Lange vor der systematischen Beschäftigung mit dem A. F. G. hatte ich von mehreren Vpn. Einstellungen von folgender Art vornehmen lassen.

Auf einer Drehscheibe befand sich ein Paar Rollettscher Konvergenzplatten. [1]

---

[1] Die Wirkung der dicken planparallelen Glasplatten, welche zuerst von Rollett (Sitzungsber. d. Wiener Akad. mathem.-naturw. Kl. 42, 1860) verwendet wurden, ist aus der Figur ersichtlich. „Ohne die Platten würde ein Punkt A des Objektes unter dem Konvergenzwinkel α gesehen werden; durch die Platten gesehen, erscheint er in der Stellung I unter dem gröſseren

Wurde die Drehscheibe um 180° gedreht, so verwandelte sich die Konvergenzstellung der Platten in Divergenzstellung, und die subjektive Verkleinerung in subjektive Vergröfserung. Den Augen des Beobachters gegenüber wurde während fester Fixation eines in Augenhöhe befindlichen Zeichens von oben her in der zur Medianebene parallelen Richtung mittels einer von der Vp. selbst zu bedienenden Einrichtung ein Doppelquadrat eingeführt; arretiert wurde an dem Punkte, an welchem die Getrenntheit eben deutlich war. Fixierzeichen und Testobjekt befanden sich ungefähr in Leseweite. Die Wirkung der Platten ist ja aus physikalischen Gründen nur bei nahen Objekten erheblich.

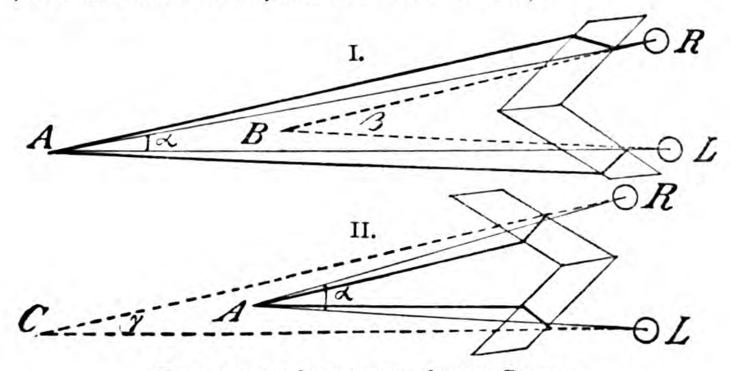
Hierbei ergab sich bei mehreren Beobachtern übereinstimmend ein allerdings nur geringfügiger Unterschied bei Konvergenz- und Divergenzstellung der Platten, — im Sinne einer Begünstigung des Falles der scheinbaren Kleinheit — der jedoch nach einer Reihe von Versuchstagen (4—6) schwand. Es mag dahingestellt bleiben, ob für die geringfügige Differenz physikalische Fehlerquellen verantwortlich sind.

Reddingius (Das sensomotorische Sehwerkzeug, Leipzig 1898) hat mit Recht hervorgehoben, dafs die Platten nicht nur eine Parallelverschiebung, sondern stets auch eine geringe objektive Vergröfserung hervorbringen.

Bemerkenswert ist einzig und allein der Umstand, dafs ich mich bei diesen Versuchen nicht beruhigen konnte, vielmehr die Anordnung immer von neuem und in verschiedener Weise modi-

---

Konvergenzwinkel β, also näher (in B) und kleiner, in der Stellung II unter dem kleineren Konvergenzwinkel γ, also entfernter (in C) und gröfser." (Zoth, Nagels Handb. d. Physiol. III. 1905. S. 419.)



Konvergenzplattenversuch von Rollet.

fizierte; denn wenn ich bei Konvergenz der Platten nur qualitativ beobachtete, ohne Einstellungen vorzunehmen, so sah ich stets einen gröfseren Bezirk des betrachteten Objektes deutlich als bei Divergenzstellung oder bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge. Dafs bei den Einstellungen, auch bei den von mir selbst ausgeführten, ein erheblicher Unterschied nicht zutage trat, schien mir ganz unbegreiflich. — Ich wufste mir darum keinen Rat und liefs die Frage als zu schwierig liegen. Der Parallelismus mit den oben geschilderten Erscheinungen bei Linsenmikropsie liegt auf der Hand.

§ 6.

Halten wir uns bei der Interpretation aller dieser Erscheinungen zunächst an die Tatsache, dafs bei Linsenmikropsie, aufser bei einem gewissen Verhalten der Aufmerksamkeit, eine Erweiterung des deutlichen Gesichtsfeldes eintritt! Eine solche Erweiterung zeigt sich ja nach Aubert und Foerster ebenfalls, wenn man von der Betrachtung ferner peripherer Gegenstände zu der Betrachtung naher Objekte übergeht. Liegt der Gedanke nicht nahe, dafs beide Erscheinungen ein und derselben Ursache entspringen?

Bei Vorsetzung eines Konkavglases ändert sich die Augenlinse im selben Sinne, wie beim Übergang von der Betrachtung eines ferneren zu der eines näheren Gegenstandes. Die gleichsinnige Änderung des Akkommodationszustandes bei beiden Versuchen ist die zunächst in die Augen springende Gemeinsamkeit. Würde einer der Autoren, welche das A. F. G. auf dioptrischem oder mechanischem Wege aus der Verschiedenheit der Linsenzustände herleiten, die analoge Erscheinung bei Linsenmikropsie beobachtet haben, so hätte er, und offenbar mit einem Schein des Rechtes, diese Übereinstimmung als einen starken Beweis für die Richtigkeit seiner Anschauungen anführen können.

Allein dieser Weg kann nach den oben gelieferten Gegenbeweisen nicht mehr beschritten werden. Soeben haben wir noch einen neuen, kaum weniger zwingenden Gegenbeweis gegen jede physikalische Theorie kennen gelernt. Wir haben ja gesehen, dafs die geschilderte, dem Aubert-Foersterschen Phänomen durchaus parallele Erscheinung bei Mikropsie das eine Mal eintreten, das andere Mal unterbleiben kann, wenn der Versuch unter den gleichen physikalischen und physiologischen, aber unter

abweichenden psychologischen Bedingungen vorgenommen wird. Dieses Verhalten ist auf dem Boden der dioptrischen und mechanischen Theorien vollkommen unverständlich; es legt vielmehr den Gedanken an eine psychische Wurzel der Erscheinung nahe.

Nach weiteren physiologischen Gemeinsamkeiten zu suchen, wäre eine vergebliche Arbeit. Wir haben alle Organe, an die eine physiologische Erklärung anknüpfen könnte, in Erwägung gezogen; keiner jener Erklärungsversuche hat die Probe bestanden. Entweder die Vp. beobachtet wirklich, der Instruktion gemäfs, unter strenger Fixation. Der Erklärungsgrund kann dann nur in jenen Teilen des Auges gesucht werden, welche zu dem Abbildungsvorgang in Beziehung stehen: entweder der Akkommodationsunterschied selbst, oder ein mit der Akkommodation verknüpfter Vorgang mufs dann die Ursache sein. Wollte nun jemand einwenden, dafs die Änderung der Akkommodation und die mit ihr teils nervös, teils mechanisch assoziierten Vorgänge möglicherweise nicht die einzigen Veränderungen seien, welche bei Beobachtung von Gegenständen in verschiedenen Entfernungen im Auge eintreten, dafs vielmehr in solchen Fällen vielleicht noch unbekannte innerretinale Vorgänge innerviert werden könnten, welche die Erscheinung hervorrufen, so werden wir antworten, dafs zwar die Beweiskraft der ersten Versuchsreihe alsdann fällt, dafs hingegen die Beweiskraft der zuletzt angestellten Beobachtungen unerschüttert bleibt, welche Vorgänge solcher Art man auch entdecken mag. — So bleibt innerhalb des physiologischen Gebietes lediglich die Möglichkeit, dafs die Vp. nur zu fixieren glaubt, in Wirklichkeit aber Augenbewegungen ausführt. Die physiologische Erklärung kann sich dann lediglich darauf stützen, dafs die mechanischen Bedingungen für die Augenbewegungen in den Vergleichsfällen verschieden sind. Schon an dem Ausfall des ersten Aubertschen Versuches scheitert diese Annahme. Für den zweiten Aubertschen Versuch konnten wir bei unserer Modifikation für die Ausschliefsung dieser Fehlerquelle sorgen. — Wir werden noch einen Fall kennen lernen, in welchem das Aubert-Foerstersche Phänomen gerade bei bewegtem Blick besonders deutlich ist.

Physikalische und physiologische[1] Theorien, welcher Art sie sein mögen, kommen für uns nicht mehr in Betracht.

[1] Wenn hier von physiologischen Theorien die Rede ist, so sind Theorien gemeint, welche den Grund der Erscheinung am peripheren Sinnes-

Da aber die Analogie der AUBERTschen Versuche mit dem Mikropsieversuch unverkennbar ist, so werden wir die Bemühungen um die Aufsuchung einer gemeinsamen Wurzel nicht so leicht aufgeben. Eingedenk des grofsen Einflusses eines psychologischen Faktors auf den Charakter der Erscheinung, wollen wir uns nun einmal die Frage vorlegen, ob jenes Gemeinsame nicht vielleicht auf psychologischem Gebiete zu suchen ist.

Eine solche psychologische Gemeinsamkeit besteht nun in der Tat. Sowohl bei den beiden AUBERTschen Versuchen, wie bei der Linsenmikropsie, ist in den Vergleichsfällen die scheinbare Gröfse der Objekte trotz Gleichheit der Netzhautbilder verschieden; und zwar findet eine Erweiterung des Gesichtsfeldes gleichzeitig mit der Herabsetzung der scheinbaren Gröfse statt.

Sollte nicht vielleicht die Änderung der scheinbaren Gröfse die Ursache für die Änderung des Gesichtsfeldes sein?

Geben wir diese Möglichkeit vorläufig zu, so erhebt sich sofort die weitere Frage, wodurch denn die scheinbare Gröfse befähigt sein könnte, auf einem Gebiete, mit dem sie anscheinend gar nichts zu tun hat, so merkwürdige Wirkungen hervorzubringen.

Vergegenwärtigen wir uns nochmals die an früherer Stelle geschilderten Versuche von HELMHOLTZ.

Diese Versuche demonstrieren nicht nur den Einflufs der Aufmerksamkeit[1] auf die Deutlichkeit unserer Gesichtswahrnehmung überhaupt. Sie lassen zugleich erkennen, dafs sich dieser verdeutlichende Einflufs der Aufmerksamkeit immer nur für einen beschränkten Teil der Netzhaut geltend macht. Immer bleibt der weitaus gröfste Teil des Gesichtsfeldes dunkel; obwohl der Beobachter das Bestreben hat, in der Gegend, auf welche

---

organ, am Augapfel suchen; ihnen setzen wir unsere psychologische Theorie des Phänomens entgegen.

[1] Ausdrücklich sei hervorgehoben, dafs die nachfolgenden Ausführungen ganz unabhängig davon sind, welche Vorstellung man sich vom Wesen der Aufmerksamkeit bildet. Es ist insbesondere für uns ganz gleichgültig, ob die Aufmerksamkeitserscheinungen Äufserungen einer besonderen psychischen Funktion sind, oder ob die Aufmerksamkeitsphänomene, wie EBBINGHAUS annimmt, aus einer gegenseitigen Beeinflussung der psychophysischen Prozesse (hier der Empfindung) entspringen. Auch bei unseren Ausführungen über die pathologischen Erscheinungen können jene Fragen, wie wir seinerzeit noch besonders hervorheben werden, ganz dahingestellt bleiben.

er seine Aufmerksamkeit richtet, möglichst viele Buchstaben zu erkennen, also einen möglichst grofsen, an jenen Punkt anschliefsenden Bezirk deutlich zu sehen, erscheint immer nur ein relativ sehr kleines Gebiet in deutlicher Klarheit.

Dieser fördernde Einflufs der Aufmerksamkeit wird sich natürlich stets geltend machen, wenn wir unter irgendwelchen Umständen Peripheriebeobachtungen ausführen. Gänzliche Unaufmerksamkeit ist ja bei solchen Versuchen schon durch deren Schwierigkeit ausgeschlossen. Bedeckt das vom Objekt im Auge entworfene reelle Bild nur einen sehr kleinen Teil der Netzhaut, so wird es, ebenso wie im HELMHOLTZschen Versuch, möglich sein, durch lokale Konzentration der Aufmerksamkeit das ganze Bild zu verdeutlichen. Wenn hingegen das Bild weite Bezirke der Netzhaut bedeckt, so werden immer nur einzelne Partien des Objektes gleichzeitig klar sein, während weite Gebiete desselben nicht zur Wahrnehmung gelangen. Hiervon werden wir unter gewöhnlichen Umständen, d. h. bei nicht instantaner Darbietung, natürlich nichts bemerken, da wir die Aufmerksamkeit im Gesichtsfeld wandern lassen und nacheinander verschiedene Punkte der Peripherie deutlich sehen können. Die Ausdehnung der vom Bilde bedeckten Netzhautflächen denken wir uns hierbei in der Weise variiert, dafs man in gleicher Entfernung vom Auge Objekte von verschiedener Gröfse aufstellt. — Diese Erörterungen ergeben sich als eine wohl selbstverständliche Folgerung aus den HELMHOLTZschen Beobachtungen.

Allein man kann die Gröfse der Netzhautbilder auch dadurch variieren, dafs man einen und denselben Gegenstand in verschiedenen Entfernungen vom Auge aufstellt. Beträgt z. B. der Abstand nach der Verschiebung nur die Hälfte der ursprünglichen, so steht der zweite Flächeninhalt zum ersten im Verhältnis 4 : 1, während sich die scheinbare Gröfse des Objektes nicht, oder nur sehr wenig geändert hat. Bei der ersteren Anordnung der Versuche läfst sich nun von vornherein gar nichts darüber aussagen, in welcher Weise sich der verdeutlichende Einflufs der Aufmerksamkeit geltend machen wird. Wenn wir verschieden grofse Objekte in denselben Entfernungen benutzen, so variieren wir ja die scheinbare Gröfse stets gleichzeitig mit der Netzhautbildgröfse, und zwar erfolgen die beiden Änderungen stets im gleichen Verhältnis. Wenn nun in diesem Falle ein kleineres Netzhautbild günstiger gestellt ist als ein grofses, so wissen wir

nicht, ob das betreffende Netzhautbild diesen Vorzug seiner wirklichen Kleinheit oder der scheinbaren Kleinheit des ihm entsprechenden Gegenstandes verdankt. Wir wissen mit anderen Worten nicht, ob der verdeutlichende Einfluſs der Aufmerksamkeit eine Funktion der wirklichen Gröſse der Netzhautbilder oder der scheinbaren Gröſse der Gegenstände ist; die Funktion könnte auch beide Parameter enthalten.

Es muſs sich nun ein einfaches experimentum crucis finden lassen, welches zwischen der ersten dieser Möglichkeiten und den beiden anderen entscheidet. Angenommen ein Objekt ist so groſs, daſs wir es bei Fixation seiner Mitte, also bei peripherer Betrachtung des gröſsten Teils seines Flächeninhalts, gerade noch in allen seinen Partien deutlich sehen: wenn wir nun ein dem ersten geometrisch ähnliches, aber gröſseres Objekt in einer solchen Entfernung aufstellen, daſs es dasselbe Netzhautbild liefert, wie das erste, so muſs dieses zweite Objekt, falls jene Funktion nur die Netzhautbildgröſse als Parameter enthält, gleichfalls eben gerade noch in allen Partien deutlich sein; insbesondere dürfen nicht Teile des Objektes gänzlich verschwinden, welche im ersten Falle noch ins Gesichtsfeld fielen.

Ist aber jene Funktion entweder lediglich von der scheinbaren Gröſse des Objektes abhängig, oder enthält sie beide Parameter, so muſs das groſse ferne Objekt gegenüber dem kleinen nahen im Nachteil sein. Genau dasselbe muſs eintreten, wenn nach irgendeiner anderen Methode allein die scheinbare Gröſse, also unter Konstanterhaltung der Netzhautbilder, geändert wird.

Wir brauchen diese Versuche nicht erst zu postulieren. Es sind alte Bekannte: die Aubertschen Versuche und der Mikropsieversuch.

Sie lehren übereinstimmend, daſs die Ausdehnung des deutlich wahrgenommenen Teiles des Gesichtsfeldes auch, und zwar in sehr hohem Maſse, von der scheinbaren Ausdehnung desselben, nicht nur von der Netzhautbildgröſse abhängt.

Wir haben nun zu prüfen, ob diese Annahme den näheren Einzelheiten der Erscheinungen gerecht zu werden vermag.

Sowohl bei den beiden Aubertschen, wie beim Mikropsieversuch, wird ja zweierlei in seiner scheinbaren Gröſse geändert: 1. Die peripher betrachteten Objekte selbst, 2. ihre Entfernung vom Fixierpunkt. Folgen wir für einen Augenblick der Annahme von Helmholtz, welcher ja ganz allgemein die Vermutung aus-

spricht, dafs man durch eine willkürliche Art von Intention die Aufmerksamkeit auf die Eindrücke eines bestimmten Teiles des peripheren Nervensystems konzentrieren und sie gleichzeitig von allen anderen Teilen desselben ausschliefsen könne, so werden wir z. B. beim zweiten AUBERTschen Versuch geneigt sein, die in den Vergleichskonstellationen hervortretende Differenz auf die verschiedene scheinbare Gröfse der Testobjekte, also der Doppelquadrate zurückzuführen. Denn, so sollte man meinen, hat die Erscheinung ihren Grund in der Verschiedenheit des Verhaltens der Aufmerksamkeit gegenüber Objekten von verschiedener scheinbarer Gröfse, so wird die Erscheinung auch durch diejenigen Objekte des Gesichtsfeldes hervorgerufen sein, auf welche sich die Aufmerksamkeit nach HELMHOLTZ' Vermutung allein konzentriert; hingegen werden diejenigen Partien des Gesichtsfeldes, von denen sich die Aufmerksamkeit nach jener Anschauung abwendet, für das Zustandekommen des Phänomens nicht verantwortlich gemacht werden können.

Allein diese so nahe liegende Auffassung stöfst auf unüberwindliche Schwierigkeiten.

Zunächst erscheint es schon sehr unwahrscheinlich, dafs sich das relative Versagen der Aufmerksamkeit gegenüber scheinbar ausgedehnten Flächen bereits bei Objekten geltend machen sollte, die, wie die Quadrate von der Seitenlänge 4,5 cm, im Vergleich zu der überwiegenden Mehrzahl der uns umgebenden Dinge sicherlich als klein bezeichnet werden müssen; und dies bei einer Betrachtung aus nahezu hundertmal so grofser Entfernung, also bei Darbietung unter kleinem Gesichtswinkel.

Allein diese Argumentation ist mehr plausibel als zwingend.

Sehen wir aber zu, welche Erscheinung auf Grund der gekennzeichneten Annahme bei Linsenmikropsie zu erwarten wäre. Die Hypothese, dafs nicht der scheinbare Abstand der peripheren Objekte vom Fixierpunkt, sondern ihre eigene (scheinbare) Gröfse das Wesentliche bei der Erscheinung sei, vermag in keiner Weise zu erklären, weshalb die Erscheinung bei Hinlenkung der Aufmerksamkeit nach diesen Objekten verschwindet, dagegen am beträchtlichsten ist, wenn die Aufmerksamkeit den seitlichen Teilen nur ganz nebenher zugewandt wird. Man könnte sich auf dem Boden dieser Anschauung nur durch die weitere, mehr als zweifelhafte, Hypothese helfen, dafs die Differenz des Ver-

haltens der Aufmerksamket gegenüber Gegenständen von verschiedener scheinbarer Gröfse um so geringer wird, je intensiver man die Aufmerksamkeit diesen Gegenständen zuwendet. Von einer solchen, und zwar mehr als fraglichen, Hilfshypothese würde man nur im äufsersten Notfalle Gebrauch machen.

Ein solcher Notfall liegt hier keineswegs vor. Es ist nicht einmal bei den Versuchen mit instantaner Beleuchtung erwiesen — Helmholtz will und braucht dies an dieser Stelle nicht zu erweisen — dafs die Aufmerksamkeit sich wirklich ausschliefslich auf die Peripherie konzentriere; noch viel weniger gilt dies von den Versuchen mit Dauerexposition. Dagegen lehrt bei diesen letzteren Versuchen die Selbstbeobachtung unzweifelhaft, dafs wir unsere Aufmerksamkeit dem Fixierpunkt sogar sehr energisch zuwenden müssen, um Augenbewegungen zu vermeiden. Bei den Mikropsieversuchen war die subjektive Sicherheit des Urteilens sogar um so gröfser, je intensiver die Aufmerksamkeit dem Fixierpunkt zugewandt wurde, so dafs wir wenigstens beim Mikropsieversuch sicherlich allen Grund hatten, die Aufmerksamkeit vorwiegend auf die Mitte des Gesichtsfeldes zu konzentrieren. Beim Mikropsieversuch ist dann ohne weiteres klar, dafs sich die Aufmerksamkeit vom Zentrum aus gleichmäfsig nach allen Seiten erstreckt. Wir nahmen uns ja ausdrücklich vor, die Aufmerksamkeit nicht auf seitliche Partien zu konzentrieren, und wir sahen auch, dafs es tatsächlich möglich war, eine solche lokale Konzentration der Aufmerksamkeit zu vermeiden. Denn sowie wir uns bei einer solchen Verfehlung ertappten, blieb die Erscheinung aus. In der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Beobachtungen aber war es möglich gewesen, den Fehler zu vermeiden und die Erscheinung in ausgeprägter Form zu beobachten.

Eher schon könnte man beim zweiten Aubertschen Versuch daran denken, dafs sich die Aufmerksamkeit zugleich auf die durch einen weiten Zwischenraum getrennten Stellen des Fixierpunktes und des Doppelquadrates richte, ohne dem dazwischenliegenden Felde Einlafs in die Wahrnehmung zu gestatten. Die Selbstbeobachtung widerlegt diese von vornherein sehr wenig plausible Ansicht. Niemals konnte ich bemerken, dafs ich, auch nur für Augenblicke, zwar den Fixierpunkt und das Testobjekt deutlich wahrnahm, das dazwischenliegende grofse Feld hingegen gar nicht beachtete. Wohl kann sich für Augenblicke die Auf-

merksamkeit vom Fixierpunkt ab- und ganz dem Testobjekt zuwenden. Es wird dann wohl auch nur ein kleinerer Teil des zwischenliegenden Feldes beachtet, und es kommen wohl die Gebiete in unmittelbarer Nähe des Fixierpunktes in Wegfall. Ein solches Abschweifen der Aufmerksamkeit vom Fixierpunkt erweckt aber, bei mir wenigstens, stets ein Gefühl der Unbefriedigung und kann darum, namentlich in stärkerem Maſse, nur für Augenblicke vorkommen. Man besitzt in solchen Augenblicken keine Sicherheit darüber, ob man wirklich fixiert hat, und man suspendiert darum das Urteil. Die gröſstmögliche subjektive Sicherheit betreffs richtigen Fixierens besitze ich nur dann, wenn ich die Aufmerksamkeit, ähnlich wie beim Mikropsieversuch, ununterbrochen auf den Fixierpunkt richte und von dort ab einen sich möglichst weit nach oben zu erstreckenden Bezirk mit der Aufmerksamkeit zu erfassen suche.

Man wird also kaum fehlgehen mit der Annahme, daſs nicht die Differenz in der scheinbaren Gröſse der Testobjekte das Aubert-Foerstersche Phänomen auslöst, sondern vielmehr die Differenz in den scheinbaren Abständen zwischen Fixierpunkt und Testobjekt.

Angenommen, es sei die Einstellung an der kleinen (2. Aubertschen) Versuchsanordnung vollzogen, und an der groſsen Anordnung werde nun das Testobjekt so eingestellt, daſs der Winkel zwischen Richtungslinie und Gesichtslinie dieselbe Gröſse besitzt, wie bei der kleinen Anordnung. Hier beträgt nun die scheinbare Gröſse des zwischen Testobjekt und Fixierpunkt gelegenen Feldes annähernd das Zehnfache. Ein Feld von so bedeutender scheinbarer Ausdehnung vermögen wir eben offenbar nicht mehr simultan deutlich zu sehen. Wir müssen darum die Testobjekte der groſsen Versuchsanordnung näher an den Fixierpunkt heranbringen, um sie als getrennte Quadrate zu erkennen.

Daſs die scheinbaren Gröſsen von 17 und 170 cm eine Verschiedenheit des psychologischen Verhaltens bedingen könnten, erscheint auch von vornherein eher glaublich, als daſs dies bei Strecken von 1,35 und 13,5 cm[1] der Fall sei; denn es kommt offenbar nicht darauf an, daſs in beiden Fällen die eine Strecke das Zehnfache der anderen beträgt, sondern daſs in dem einen

---

[1] Wir nehmen den gröſsten Durchmesser der Testobjekte.

Falle nur eine Strecke von 12,15, im anderen Fall dagegen eine sehr grofse (153 cm) hinzutritt, wenn man von der kleinen Konstellation zur grofsen übergeht.

Diese Anschauungen werden zur Gewifsheit, wenn wir sehen, wie leicht sich mit ihrer Hilfe die näheren Einzelheiten unserer Versuche erklären. Dafs das Phänomen bei Linsenmikropsie nachläfst bzw. ausbleibt, falls die Aufmerksamkeit auf ein Objekt am Rande des Gesichtsfeldes konzentriert wird, erscheint nun selbstverständlich.

Vor diesem Abschweifen der Aufmerksamkeit, bei möglichst gleichmäfsiger Verteilung derselben, lag das Zentrum des von der Aufmerksamkeit umfafsten Feldes im Fixierpunkt. Dieses Feld glich in sehr hoher Annäherung einer Kreisfläche, mit dem Fixierpunkt als Zentrum. Aus unserer Annahme folgt, dafs irgendein peripheres Objekt, z. B. eine an der Wand hängende kleine Photographie, welche bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge in den Kreis des deutlichen Sehens nicht mehr hineinfällt, sehr wohl in denselben eintreten kann, wenn durch Mikropsie alle linearen Dimensionen der Wand etwa auf die Hälfte, alle Flächendimensionen somit auf den vierten Teil ihres ursprünglichen scheinbaren Betrages reduziert werden. Auch die kleine Photographie ändert ihre scheinbaren Dimensionen hierbei im selben Verhältnis. Wird nun aber der „innere Deutlichkeitskreis“, wie wir kurz sagen können, innerhalb der Fläche der Wand verschoben, so dafs sich sein Zentrum in der neuen Lage innerhalb der kleinen Photographie befindet, so wird das kleine Objekt sowohl bei Mikropsie wie ohne Mikropsie ganz in den Deutlichkeitskreis hineinfallen, weil eben selbst in dem Falle, in welchem keine Mikropsie vorliegt, der gröfste Durchmesser des Objektes immer noch kleiner ist als der Durchmesser des „inneren Deutlichkeitskreises“. Es ergibt sich also hier kein Unterschied der Konstellationen. Der Anreiz zu einer solchen Verschiebung ist um so stärker, je auffallendere Gegenstände sich im seitlichen Gesichtsfelde befinden, und je gleichförmiger der Grund ist, von dem sie sich abheben (wir erinnern an die Beobachtung der Vp. Westphal).

Was für Ergebnisse haben wir nun beim zweiten Aubertschen Versuche zu erwarten?

Bei diesem Versuche sind die Bedingungen zu einer Verschiebung des Aufmerksamkeitszentrums nach dem Testobjekt

oder in der Richtung auf dasselbe ziemlich günstig. Denn auch hier haben wir ein einigermaſsen auffallendes Objekt inmitten eines gleichförmigen Grundes. Man könnte hiernach erwarten, daſs das Phänomen infolge der besonders günstigen Bedingungen für das Auftreten einer lokalen Konzentration der Aufmerksamkeit hier ausbleiben werde. Wenn jenes Phänomen trotzdem in groſser Deutlichkeit in Erscheinung tritt, so ist dies offenbar einem dem Anreiz zur lokalen Aufmerksamkeitskonzentration entgegenwirkenden Umstand zuzuschreiben. Ein solcher Umstand ist nun aber in der Tat vorhanden. Bei einigermaſsen ausgesprochener lokaler Konzentration der Aufmerksamkeit auf die Peripherie erwacht in einer halbwegs gewissenhaften Vp. der Zweifel, ob denn auch jede Blickbewegung vermieden worden sei. Man suspendiert in solchen Momenten das Urteil; die Einstellungen schildern den Eindruck, welchen man in solchen Augenblicken erhält, in denen man sicher ist, die Aufmerksamkeit fest auf den Fixierpunkt zu heften. Dies ist sicherlich wenigstens das von mir beobachtete Verhalten. — Wir werden aber nicht mit Unrecht jene lokale Konzentration der Aufmerksamkeit dafür verantwortlich machen, daſs bei den einerseits mit unbewaffnetem Auge, anderseits mit einer durch — 3 D hervorgebrachten Mikropsie ausgeführten Einstellungen ein in bestimmter Richtung liegender Unterschied nicht in Erscheinung trat, obwohl bei Einhaltung des rein passiven Verhaltens, welches wir im allgemeinen bei den Mikropsiebeobachtungen zugrunde legten, der Unterschied in der Gröſse des simultan übersehbaren Bezirkes auſserordentlich deutlich war.

Der scheinbare Widerspruch mit der Tatsache, daſs das Aubert-Foerstersche Phänomen beim zweiten Aubertschen Versuche so deutlich auftritt, erklärt sich durch die Tatsache,[1] daſs wir mittels Linsen so bedeutende Unterschiede der scheinbaren Gröſse nicht hervorzubringen vermögen, wie wir sie unter gewöhnlichen Umständen, d. h. durch Aufstellung der Objekte in verschiedener Entfernung, erzeugen können. In unserem Falle handelte es sich zudem um einen relativ geringen Grad von Mikropsie. Bei dem relativ kleinen Unterschied der scheinbaren Gröſse, welcher hier besteht, dürfte eben bei lokaler Konzentration der Aufmerksamkeit auf das Doppelquadrat die Deutlich-

[1] Wir gedenken in anderem Zusammenhange hierauf zurückzukommen.

keit dieser peripheren Wahrnehmungen in den beiden Konstellationen noch hinreichend gleich oder ähnlich sein, um annähernd dieselben Einstellungen zu ermöglichen. Ob sich aber nicht vielleicht in dem Umstand, dafs die Quadrate im Falle der Mikropsie gleich beim Auftreten der Getrenntheit erheblich schwärzer und schärfer begrenzt erscheinen, wie bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge, ein Rest jenes Unterschieds verrät? Diese Frage wird uns an späterer Stelle eingehender beschäftigen (§ 8). Wenn mir die Erweiterung der Gesichtsfeldgrenzen weniger deutlich erschien bei Betrachtung einer gleichförmigen, mit einzelnen Zeichen in regelmäfsigen Abständen bedeckten Wandfläche, als bei Zugrundelegung von Sehfeldern, welche mit den mannigfachsten und durchweg „interessanten" Gegenständen gewissermafsen nicht „diskret", sondern „kontinuierlich" erfüllt sind, so ist wohl darauf hinzuweisen, dafs die Beobachtung des rein passiven Verhaltens, die Vermeidung des Bestrebens, sich von der Sichtbarkeit bestimmter Gegenstände zu überzeugen, und die Aufmerksamkeit sukzessiv auf verschiedene periphere Punkte zu konzentrieren, viel schwieriger ist, wenn das Gesichtsfeld nur in diskreter Weise, und zwar durch eindringliche Objekte (schwarze Figuren auf weifsem Grund), ausgefüllt ist.

Da nun zu erwarten ist, dafs sich beim zweiten Aubertschen Versuch die eine Vp. mehr zum Abschweifen des „Aufmerksamkeitsmittelpunktes" bestimmen läfst, während sich bei einer anderen das Motiv zur Festhaltung der Aufmerksamkeit auf dem Fixierpunkt stärker erweist, so wird sich das Aubert-Foerstersche Phänomen bei verschiedenen Vpn. mit verschiedener Deutlichkeit zeigen. So war die Erscheinung bei der Vp. Hering sehr viel weniger ausgesprochen als bei den anderen. Wir müssen sogar darauf gefafst sein, dafs einmal bei einer Vp., welche sich von dem Antrieb zum Abschweifen des Aufmerksamkeitszentrums sehr stark bestimmen läfst, die Erscheinung mittels des zweiten Aubertschen Versuches überhaupt nicht nachgewiesen werden kann.

Zeigt jemand durch sein ganzes Verhalten bei den Versuchen, dafs er es mit der Aufgabe der Fixation sehr ernst nimmt, fühlt er sich, wie Herr Prof. Müller, unbefriedigt, weil er nicht völlig sicher ist, trotz besten Wissens und Gewissens jedwede Augenbewegung vermieden zu haben, so wird man das Phänomen in deutlicher Ausprägung erhalten.

Der zweite Aubertsche Versuch wird also das der Aubert-Foersterschen Erscheinung in jeder Form zugrunde liegende Elementarphänomen nicht in reiner Gestalt zutage treten lassen. Das Ergebnis ist eine Abschwächung, ein Rudiment des Grundphänomens, wobei wir in das Wort „Abschwächung" den unteren und den oberen Grenzwert einbegreifen. Es mufs die Möglichkeit offen gelassen werden, dafs die Abschwächung gelegentlich den Betrag „Null" besitzt, sowie andererseits, dafs die Abschwächung eine totale ist, d. h. also eigentlich den Namen „Aufhebung" verdiente.

Der zweite Aubertsche Versuch ist eine Reduktion, ein Rudiment des Grundphänomens. Sollte es nicht möglich sein, den zweiten Aubertschen Versuch so zu modifizieren, dafs bei ein- und derselben Vp. eine noch viel stärkere Reduktion des Grundphänomens, vielleicht in allen Fällen eine Aufhebung desselben eintritt? Dies müfste in der Tat erwartet werden, falls sich Versuchsbedingungen finden liefsen, welche die Konzentration der Aufmerksamkeit auf den Ort des Testobjektes in noch höherem Mafse begünstigen, als dies beim zweiten Aubertschen Versuch bereits der Fall ist, und wenn somit die von der Vp. gelieferten Einstellungen die Erscheinung in derjenigen Form darstellen, in der sie sich in den Augenblicken einer seitlichen Konzentration der Aufmerksamkeit darstellt.

Hätten wir den zweiten Aubertschen Versuch noch nicht bei instantaner Exposition angestellt, so könnten wir wohl an dieser Stelle aus theoretischen Gesichtspunkten auf den Gedanken kommen, es mit dieser Modifikation einmal zu probieren. Da die Vp. weifs, dafs der Eindruck nur für einen sehr kurzen Moment dargeboten wird, so wird sie — wie die Selbstbeobachtung des Herrn Prof. Müller und die eigene des Verfassers lehrt — ihre Aufmerksamkeit für diesen kurzen Augenblick so stark wie möglich auf die Stelle konzentrieren, an welcher das Testobjekt ungefähr zu erwarten ist. Diese Stelle ist ihr ja auf Grund der jedesmaligen vorhergegangenen Exposition bekannt.

Mit dieser widernatürlichen, stark peripheren Richtung der Aufmerksamkeit, unter gleichzeitiger Festhaltung des Fixierpunktes, dürfte es auch zusammenhängen, wenn Herr Prof. Müller die Versuche schon nach wenigen Einstellungen als sehr anstrengend und ermüdend bezeichnet. Bemerkenswert ist hierbei, dafs sich dieser hohe Grad von Ermüdung einstellt, obwohl

der Beobachter immer nur während aufserordentlich kurzer Zeiten beschäftigt ist. Die Summe der Beobachtungszeiten ist hierbei verschwindend klein gegenüber dem Zeitraum, währenddessen die Vp. bei den entsprechenden Einstellungen unter konstanter Beleuchtung in Anspruch genommen wird.

Ist unsere Deutung der starken, beim instantanen Versuch eintretenden Ermüdung richtig, so werden wir beim Dauerversuch die gleiche lokale Konzentration der Aufmerksamkeit, und damit eine entsprechende Reduktion der Erscheinung, schon darum nicht erwarten dürfen, weil in diesem Falle die Beibehaltung des genannten Verhaltens unsere Kräfte übersteigen würde.

Die Hinwendung der Aufmerksamkeit nach der Peripherie dürfte, wenigstens bei psychologisch geschulten Vpn., auch dadurch erleichtert werden, dafs man bei dieser Anordnung nicht mehr so sehr zu befürchten braucht Augenbewegungen auszuführen, und dafs man darum während des Versuches die Aufmerksamkeit nicht mehr mit so starker Anspannung auf das Fixierzeichen zu richten genötigt ist. In dieser Weise erklärt sich auch die auf den ersten Blick befremdende Tatsache, dafs die Erscheinung beim ersten Aubertschen Versuch[1], durch den sie ja entdeckt wurde, trotz instantaner Beleuchtung beobachtet wird. Der Beobachter ist hier eben bestrebt, in dem Moment der Exposition von den in einer Ebene gleichmäfsig verteilten Zeichen möglichst viele zu erkennen. Er wird also seine Aufmerksamkeit nicht auf eine bestimmte Stelle der Peripherie konzentrieren, sondern er wird dasjenige Verhalten einschlagen, welches wir als das für das Hervortreten der Aubertschen Erscheinung beim Mikropsieversuch günstigste erkannten: er wird

---

[1] Den ersten Aubertschen Versuch mufste ich von der Untersuchung ausschliefsen, da uns die hierzu erforderlichen Hilfsmittel zurzeit nicht zu Gebote standen. Der Anschützsche Momentverschlufs ist aus den oben angegebenen Gründen nicht verwendbar. Ein Versuch, die gleichförmige momentane Beleuchtung einer gröfseren Fläche durch Magnesiumblitzlicht herzustellen, scheiterte an dem Umstand, dafs sich nach jeder Exposition ein heftiger Qualm und Geruch einstellt, last not least auch an der Kostspieligkeit. — Der Gedanke, den Mikropsieversuch auch in dieser Weise bei instantaner Exposition durchzuführen, läge ja nahe. Es würden aber hierzu umfangreiche Voruntersuchungen nötig werden. Die Lehre von den zeitlichen Verhältnissen der Gröfsenänderung bei Mikropsie hat, wie ich späterhin darzulegen hoffe, über Tatsachen zu berichten, welche hier nicht übergangen werden dürfen.

seine Aufmerksamkeit über das ganze Feld möglichst gleichmäſsig verteilen.

Begreiflich ist ferner, daſs bei denjenigen Versuchen Auberts, welche zur Bestimmung derjenigen peripheren Stellung dienten, bei welcher ein farbiges Objekt farblos erscheint, die Entfernung, in welcher die Prüfung vorgenommen wurde, gleichgültig zu sein schien. Die Aufgabe, welche die Vp. bei derartigen Versuchen zu erfüllen hat, wird von Aubert, wie auch von Dobrowolsky und Gaine, als eine auſserordentlich schwierige geschildert. Schon aus diesem Grunde ist es verständlich, daſs hier eine relativ starke seitliche lokale Konzentration der Aufmerksamkeit vollzogen werden wird.

Vor allem aber ist zu berücksichtigen, daſs infolge der besonderen Schwierigkeiten, mit welchen diese Beobachtungen behaftet sind, eigentümliche Verhaltungsweisen eingeschlagen werden muſsten, welche nach unseren eigenen Erfahrungen den Nebenerfolg haben, das Auftreten einer seitlichen lokalen Konzentration der Aufmerksamkeit in hohem Maſse zu begünstigen.

Aubert, sowie Dobrowolsky und Gaine, heben übereinstimmend hervor, daſs ein farbiges Objekt, welches, im peripheren Sehen dargeboten, anfangs deutlich farbig erschien, seine Farben nicht selten schon nach einer Betrachtung von wenigen Sekunden verliert. D. und G. beobachten daher immer nur für einen kurzen Moment, und während eines solchen ist, wie wir annehmen muſsten, eine seitliche lokale Konzentration der Aufmerksamkeit möglich. Aubert selbst bediente sich auſser kurzer Betrachtung noch einer besonderen Verfahrungsweise, welche gleichfalls den Nebenerfolg hat, das genannte Verhalten der Aufmerksamkeit zu begünstigen. Hatte Aubert z. B. ein rotes Quadrat so weit nach auſsen geschoben, bis es schwarz erschien, so erweckte es bei der Ausführung kleiner Bewegungen, z. B. nach oben und unten, wieder den Eindruck „dunkelrot“. Aubert schob daher das Quadrat so weit vom Fixierpunkt fort, daſs auch während der Ausführung kleiner Bewegungen keine Farbigkeit mehr bemerkt wurde; erst diese Stellung notierte er als Grenzpunkt. Wir haben nun aber gesehen, daſs auch unsere beiden Quadrate, solange sie sich in Bewegung befanden, in viel exzentrischerer Stellung getrennt erschienen, als im Falle der Ruhe, und wir glaubten dies durch die Annahme erklären zu müssen, daſs die an einer Netzhautstelle ausgelöste Bewegungsempfindung das

Auftreten seitlicher lokaler Aufmerksamkeitskonzentration auf diese Stelle begünstigt.

Wenden wir uns nach diesen Erörterungen noch einmal zurück zum zweiten Aubertschen Versuch, zum Versuch bei Dauerexposition. Eine auffallende Tatsache ist sicherlich die starke Deutlichkeitsabnahme innerhalb der ersten Augenblicke der Darbietung. Zwar ist es nicht verwunderlich, dafs die Deutlichkeit der Quadrate gröfser ist, solange die Vp. den Streifen bewegt. Dafs Gegenstände, deren Bild sich auf der Peripherie bewegt, leichter wahrgenommen und erkannt werden als ruhende, ist ja eine bekannte Tatsache. Wäre die Erscheinung allein auf diesen Umstand zurückzuführen, so wäre bei Herrn Prof. Müller z. B. zwischen dem 1. und 2. Signal das starke Nachlassen der Deutlichkeit zu erwarten. Statt dessen erfahren wir, dafs bei „2" die getrennten Quadrate immer noch, bei „3" fast immer noch deutlich sind, während sie beim 4. Signal verschwinden.

Wer diese Tatsache auf die leichtere Ermüdbarkeit der Netzhautperipherie zurückführen will, kann zurzeit kaum mit unbedingt zwingenden Gründen widerlegt werden. Nichtsdestoweniger will mir diese Ansicht als ein ziemlich verzweifeltes Auskunftsmittel erscheinen. Wir benützen die Wahrnehmungen der Netzhautperipherie nicht erst dann, wenn wir zu wissenschaftlichen Zwecken Peripheriebeobachtungen anstellen. Jeder Sehende bedient sich der von der Peripherie herrührenden Wahrnehmungen fortwährend. Der von Foerster[1] beschriebene Rindenblinde, welcher nur noch mit der Fovea, und zwar mit leidlich guter Sehschärfe sah, war ebenso hilflos wie ein total Erblindeter; und die Entdeckung, dafs dieser Kranke überhaupt noch sah, versetzte Foerster in grofse Überraschung. Hierin gehört auch der schon erwähnte von Purkinje herrührende Versuch mit den Sehröhrchen. Diese kontinuierliche Leistung der Peripherie erscheint jedenfalls schwer verständlich, wenn die Ermüdbarkeit dieser Regionen so bedeutend ist, dafs eine ursprünglich deutliche Wahrnehmung innerhalb eines Zeitraumes von 3 Sek., und zwar ziemlich plötzlich, verschwindet.

Das Objekt befindet sich bei unseren Versuchen auch noch lange nicht auf der äufsersten Zone der Netzhaut, die überhaupt noch Wahrnehmungen vermittelt; denn die Objekte waren, be-

---

[1] Über Rindenblindheit *Arch. f. Ophth.* **36**, S. 94.

vor sie beim Signal „1“ als getrennte Quadrate erschienen, schon lange als dunkle undifferenzierte Masse sichtbar.

Nach den bisherigen Erörterungen dürfte wohl die folgende Deutung näher liegen.

Ein bewegter Gesichtseindruck lenkt, wie bekannt, die Aufmerksamkeit in stärkerer Weise auf sich, als ein ruhender. Beim Signal „1“ richtet sich die Aufmerksamkeit relativ stark auf das Testobjekt. Ist diese erste Phase vorüber, so erinnert sich die Vp. wieder lebhafter daran, dafs sie fest fixieren mufs. Wahrscheinlich befindet sich erst im Moment des 4. Signals, in welchem ja die getrennten Quadrate nicht mehr deutlich sind, der Ort der stärksten Aufmerksamkeit wieder auf dem Fixierpunkt. Durch viele Selbstbeobachtungen bin ich zu der Überzeugung gelangt, dafs sich, bei mir wenigstens, der Vorgang sehr oft in der geschilderten Weise abspielt.

Aufserdem ist vielleicht an der raschen Abnahme der Deutlichkeit auch der Umstand beteiligt, dafs die Vp. im ersten Augenblick ihre Aufmerksamkeit auf den peripheren Gegenstand konzentriert, wegen des anstrengenden Charakters dieser Verhaltungsweise aber sehr bald davon Abstand nimmt. Auf Grund von Selbstbeobachtungen vermag ich diese Frage nicht mit Sicherheit zu entscheiden. — Doch brechen wir diese unsicheren Erörterungen ab. Sie hatten lediglich den Zweck, zu zeigen, dafs man nicht notwendig auf die unbefriedigende Annahme einer so hohen peripheren Ermüdbarkeit angewiesen sei. Jedenfalls wird man zugeben, dafs die anderen Umstände, welche wir anführten, mit unseren allgemeinen Anschauungen im guten Einklang sind.

Wir gelangen also schon auf Grund der bisherigen Versuche zu der Ansicht, dafs die scheinbare Gröfse beim Zustandekommen des Aubert-Foersterschen Phänomens das Wesentliche ist. Wir werden noch einige weitere Tatsachen kennen lernen, die im gleichen Sinne sprechen.

Allein jene Behauptung bedarf noch einer weiteren Erläuterung. Zugegeben, eine Differenz der scheinbaren Gröfse ist die Vorbedingung für den Eintritt des Phänomens, so ist zunächst lediglich eine rein funktionale Abhängigkeit festgestellt. Die Differenz der scheinbaren Gröfse ist vielleicht nicht die direkte, sondern nur eine indirekte Ursache der Erscheinung. Vielleicht beruht sie auf einem von uns bis jetzt nicht in Erwägung ge-

zogenen Faktor ganz anderer Art, der freilich die besondere Eigentümlichkeit haben müfste, dafs sein Eintreten an die Differenz der scheinbaren Gröfse gebunden ist. Dieses letztere wenigstens, glauben wir, steht nach unseren bisherigen Untersuchungen fest.

Die Frage nach dem Umfang der Aufmerksamkeit ist oft aufgeworfen worden. Man fragte, wieviel Eindrücke die Seele gleichzeitig aufzufassen vermöge. Bei den älteren Bestrebungen dieser Art hat man sich zweifellos vielfach von unzutreffenden Voraussetzungen leiten lassen. Bietet man Punkte, Zahlen, Linien u. dgl. dem Blick auf ganz kurze Zeit dar, und stellt man fest, bei wie vielen von diesen Dingen noch richtige Angaben über ihre Zahl und Beschaffenheit möglich waren, so lassen sich aus solchen Ergebnissen, wie Ebbinghaus (Grundzüge der Psychologie, S. 591), mit Recht hervorhebt, sichere Schlüsse auf den Umfang der Aufmerksamkeit nicht ziehen. „Man erkennt „einen Dominostein 5/6 bei der kürzest möglichen Expositionszeit, „nicht, weil man sich seiner einzelnen 11 Augen gleichzeitig be„wufst geworden ist, sondern weil man von ihm ein einheit„liches und charakteristisches Bild erhält und nun aus früheren „Erfahrungen weifs, dafs dieses Bild aus 11 Punkten besteht. „Ähnlich bei beliebigen Gruppierungen einiger Linien oder ein„facher Gegenstände, oder auch bei mehrstelligen Zahlen, wie „z. B. 1850, sinnvollen Worten usw.“ Wir brauchen hier nicht zu untersuchen, ob bei den neueren derartigen Versuchen alle unerlaubten Voraussetzungen vermieden sind, und ob eine solche Vermeidung überhaupt möglich ist.

Die Bestimmung des Aufmerksamkeitsumfanges durch Angabe der Maximalzahl gleichzeitig wahrnehmbarer Eindrücke steht auch hier im Mittelpunkte des Interesses.[1] Dafs der Aufmerksamkeitsumfang nicht nur mit der scheinbaren Ausdehnung der gesehenen Objekte, sondern auch mit der Menge, also der Zahl der daran zu unterscheidenden Details, etwas zu tun hat, folgt schon aus den allergewöhnlichsten Erfahrungen. Wir brauchen zum blofsen Lesen einer kleinen engbedruckten Buchseite, selbst wenn wir auf das Verständnis des Gelesenen verzichten, eine unvergleichlich längere Zeit, wie zum Lesen einer jener modernen

[1] Eine Ausnahme bilden die neuesten Arbeiten von Wirth, deren Fragestellung mit dem hier aufgeworfenem Problem enge Verwandtschaft zeigt.

Anpreisungen, die, in Riesenlettern ausgeführt, zuweilen eine ganze Hauswand einnehmen. Der Umfang der Aufmerksamkeit kann, so scheint es, wenn überhaupt, nur arithmetisch, nicht geometrisch gemessen werden.

Betrachten wir dieselbe, mit Gegenständen bedeckte Wandfläche zuerst aus der Nähe, dann aus der Ferne, so ist nach dem A. F. G. das Netzhautbild, welches dem im zweiten Falle deutlich gesehenen Teile der Wand entspricht, kleiner als das Netzhautbild des klaren Bezirkes bei Betrachtung aus der Nähe.

Man könnte nun versuchen, das Aubert-Foerstersche Phänomen in dem genannten Falle auf die rein arithmetische Begrenztheit der Aufmerksamkeit zurückzuführen.

An den uns umgebenden Gegenständen interessieren uns die Details bald mehr, bald weniger. Fällt mein Blick auf einen Kupferstich, so interessieren mich im allgemeinen nicht die letzten erkennbaren Einzelheiten, nicht die Linien der Schraffierung. Allein auf den Inhalt des Dargestellten kommt es mir an. Zwar kann ich jene Einzelheiten beachten, tue es aber in der Regel nicht; es ist nicht mein Durchschnittsverhalten gegenüber dem Bilde. Wir alle legen so wohl den verschiedenen Gegenständen der Aufsenwelt gegenüber ein bestimmtes Durchschnittsverhalten an den Tag. Zwei unter gleichem Gesichtswinkel erscheinende Gegenstände können so eine sehr verschiedene Menge, eine sehr verschieden grofse Zahl von für die Aufmerksamkeit in Betracht kommenden Einzelheiten enthalten. Ich bin mir bewufst, heute während dieser Überlegungen zum ersten Male auf die Einzelheiten des gegenüberliegenden Rohbaues zu achten, auf die Gestalt der Ziegel, auf die Ungleichheiten in ihrer und des Mörtels Färbung. Sogar einen vor dem Hause befindlichen Anbau bemerke ich heute zum ersten Male. Steht man hingegen andererseits etwa vor einem mit Photographien gefüllten Sammelrahmen, der unter demselben Gesichtswinkel erscheint, wie mir jetzt der Rohbau, wie wichtig können dann Einzelheiten sein, die unter einem eben nicht gröfseren Gesichtswinkel erscheinen, wie die Ziegel des gegenüberliegenden Hauses! Wie sehr fühlen wir uns bei der Betrachtung des Porträts eines uns Nahestehenden gestört, wenn sich an jenen so winzigen Einzelheiten eine Unkorrektheit der Zeichnung findet!

Welches Durchschnittsverhalten wir einem Gegenstande gegenüber an den Tag legen, das ist mit der Natur des Gegenstandes

gegeben, das hängt davon ab, bis zu welchem Grade seine Details für uns Wichtigkeit und Interesse besitzen. Insbesondere ist das Durchschnittsverhalten innerhalb gewisser Grenzen unabhängig von der Entfernung, in welcher sich der Gegenstand befindet. Halten wir eine Photographie zuerst in einer Entfernung von 15, dann in einer solchen von 10 cm, so sind es im wesentlichen dieselben Einzelheiten des Bildes, auf die wir unsere Aufmerksamkeit richten. Diese selben Einzelheiten des Porträts, die Augen, die Strähnen des Haares, erscheinen aber im zweiten Falle unter annähernd halb so grofsen Gesichtswinkeln wie anfangs. Wenn wir den Abstand zwischen uns und einem Objekte vergröfsern, so ist es also keineswegs so, dafs die Einzelheiten für uns bis zu einer ein für allemal festen unteren Grenze des Gesichtswinkels Interesse besäfsen.

Obwohl also ein Gegenstand unter recht verschiedenen Gesichtswinkeln erscheinen kann, so ist doch die Menge der von der Aufmerksamkeit zu erfassenden Einzelheiten, ihre Zahl, in den beiden Vergleichsfällen annähernd dieselbe, wenn auch ein kleiner Überschufs zugunsten des nahen Objektes übrig bleibt. Dasselbe Verhalten schlagen wir aber nicht nur bei einer Photographie, sondern gegenüber den meisten Gegenständen der uns umgebenden Aufsenwelt ein. Entfernen wir uns von einer mit Objekten, z. B. mit Bildern, bedeckten Wand, und grenzen wir auf derselben einen kleinen und einen diesen einschliefsenden gröfseren Bezirk ab, so dafs der gröfsere Bezirk vom fernen Standort aus unter demselben Gesichtswinkel erscheint, wie der kleine vom nahen Standort! Von den beiden unter gleichem Gesichtswinkel erscheinenden Wanddistrikten bietet der ausgedehntere der Aufmerksamkeit eine gröfsere Anzahl von zu erfassenden Eindrücken dar. Sollte die Anzahl der zu erfassenden Eindrücke in beiden Fällen dieselbe sein, so müfsten wir den grofsen Distrikt verkleinern. Er braucht aber nicht ebenso klein zu werden wie im Falle der Betrachtung aus gröfserer Nähe, weil sich erstens der Umstand geltend macht, dafs dieselben Objekte bei Betrachtung aus gröfserer Entfernung auf mehr zentral gelegene Netzhautstellen fallen, und weil zweitens bei Annäherung an den Gegenstand doch noch einzelne neue interessierende Einzelheiten hinzukommen.

Wer nun annehmen wollte, dafs die Gröfse des deutlich gesehenen Feldes von der Zahl der aufgefafsten Eindrücke ab-

hängt, der müfste also erwarten, dafs der bei Betrachtung der Wand aus der Ferne deutlich gesehene Bezirk einen kleineren Gesichtswinkel umfafst, als dies bei Betrachtung von dem nahen Standort aus der Fall ist. Dies ist ja aber gerade die Behauptung des Aubert-Foersterschen Satzes.

Allein bei eingehenderer Erwägung müssen wir diese Deutung mit Entschiedenheit ablehnen.

Unanwendbar sind diese Betrachtungen zunächst beim Mikropsieversuch. Denn da das Netzhautbild in den Vergleichsfällen im wesentlichen unverändert bleibt, so fällt hier eine für die Argumentation unerläfsliche Voraussetzung hinweg. Zwar könnte man mit einem gewissen Scheine des Rechtes darauf hinweisen, dafs beim Mikropsieversuch der Gegenstand angeblich stets näher erscheint, und dafs es unserer Aufmerksamkeit vielleicht zur Gewohnheit geworden sei, sich gegenüber einem Netzhautbild von gleicher Gröfse verschieden zu verhalten, falls es in verschiedene Entfernungen projiziert wird. Wenn eine im Leben häufig vorkommende Folge sukzessiv einander ablösender Eindrücke (a_1 a_2 a_3 . . .), entsprechend der Änderung der Netzhautbilder beim Zurücktreten von einem Gegenstand, stets mit einer anderen Folge von Wahrnehmungen (b_1 b_2 b_3 . . .) verknüpft ist — entsprechend der Wahrnehmung zunehmenden Abstands — so erscheint es nicht prinzipiell ausgeschlossen, dafs man ein bestimmtes Verhalten der Aufmerksamkeit, welches durch die Folge (a_1 a_2 a_3 . . .) aus Zweckmäfsigkeitsrücksichten gefordert wird, auch dann einschlägt, wenn in einem Falle nur (b_1 b_2 b_3 . . .), aber nicht (a_1 a_2 a_3 . . .) gegeben ist. Dafs selbst für diese, natürlich gänzlich aus der Luft gegriffene Annahme, die unerläfsliche Voraussetzung nicht erfüllt ist, werden wir an späterer Stelle sehen.

Aber es ist beim Mikropsieversuch noch eine zweite wesentliche Voraussetzung für die Anwendbarkeit des gekennzeichneten Gedankens nicht erfüllt.

Vor allem müssen wir uns davor hüten, im Begriff des Erkennens oder des deutlichen Wahrnehmens ganz heterogene Dinge zusammenzufassen.[1] Freilich brauche ich selbst zum verständnis-

[1] Ähnliche Unterscheidungen macht Wirth (Zur Theorie des Bewufstseinsumfangs und seiner Messung. *Philos. Stud.* **20**, 1902, S. 487 ff.) und im An-

losen Lesen der kleinen Druckseite immer noch eine längere Zeit, wie bei dem groſsen Firmenschild. Allein fassen wir die Druckseite, wenn ich mich so ausdrücken darf, nicht als etwas zu Entzifferndes, sondern lediglich als Bild auf, so besitzen wir von ihr bereits nach einem kurzen Augenblick eine deutliche Wahrnehmung. Im ersten Moment können wir entscheiden, ob es sich um einen kürzeren oder längeren Papierstreifen handelt. Sofort sehen wir, ob er allenthalben bedruckt ist, oder ob er gröſsere leere Stellen aufweist. Auch wenn die Druckschrift innerhalb eines gröſseren Teiles des Bogens infolge mangelhafter Ausführung erheblich unklarer erschiene, so würden wir dies im ersten Augenblick bemerken, vorausgesetzt, daſs unsere Aufmerksamkeit dem bildmäſsigen Eindruck des Blattes zugewandt ist.

Allein um die Entscheidung solcher Fragen, oder vielmehr um unmittelbar in die Augen fallende Unterschiede von dieser Art handelt es sich stets bei den Mikropsieversuchen. Wir nehmen bei Mikropsie ein ausgedehnteres Bild wahr, und zwar mit derselben Unmittelbarkeit, mit der wir ein Papierblatt von 20 cm Länge von einem 10 cm langen unterscheiden. Der deutlich gesehene Bezirk erstreckt sich weiter nach der Peripherie hin; dem entspricht in unserem obigen Vergleich die Wahrnehmung, innerhalb welcher gröſserer Bezirke die Druckschrift etwa unklar ist. Ohne uns über alle Einzelheiten der Wahrnehmung Rechenschaft abzulegen, erkennen wir sofort und unmittelbar, ob das Bild in einem Falle gröſser, und ob es deutlicher ist. Versucht man sich von den Einzelheiten eingehender Rechenschaft abzulegen, so kommt man in Gefahr, das „Aufmerksamkeitszentrum“ nach dem betreffenden Gegenstand zu verlegen, wodurch das Gelingen des Versuches, wie wir sahen, schon in Frage gestellt wird.

Aber auch bei den Aubertschen Versuchen ist die auf die „arithmetische“ Begrenztheit des Umfangs der Aufmerksamkeit begründete Hypothese undurchführbar. Alle diejenigen Objekte, auf deren Betrachtung es bei den Versuchen ankommt, werden ja in solchen Gröſsenverhältnissen dargeboten, daſs die Netzhaut-

---

schluſs hieran auch Dürr (Die Lehre von der Aufmerksamkeit. 1907. S. 19). Doch müssen wir, wie wir sehen werden, in unseren Unterscheidungen noch etwas weiter gehen als der letztere Autor.

bilder in den Vergleichsfällen dieselben sind. Freilich ist das für manche der aufserdem noch sichtbaren Teile aus praktischen Gründen oft nicht angängig. Um diesem Einwand vorzubeugen, habe ich die Beobachtung qualitativ in der Weise wiederholt, dafs ich die Doppelquadrate auf einer ganz gleichförmig mit weifsem Papier bedeckten Wand befestigte und als Fixierzeichen lediglich einen Punkt anbrachte. Hier sieht man dann wirklich nur, wenn ich so sagen darf, die „intentionalen Objekte". Der Unterschied war auch hier nicht minder deutlich.

Höchstens könnte man noch darauf hinweisen, dafs das Korn und die etwa sichtbaren Einzelheiten des Papieres in den Vergleichsfällen nicht, wie die „intentionalen" Objekte, eine Gröfsenverschiedenheit besitzen. Die Beobachtung fiel auch dann im gleichen Sinne aus, wenn ich in dem der kleinen Anordnung entsprechenden Falle nicht so nahe an das Objekt heranging, dafs ich noch viel von seinen Einzelheiten erkannt hätte.

Den Hauptgrund, welcher gegen die arithmetische Deutung spricht und sie völlig unmöglich macht, werden wir erst an späterer Stelle kennen lernen (§ 8).

Allein noch in einem anderen Punkte müssen wir unseren bisherigen Erörterungen eine Erläuterung hinzufügen.

Wir haben wiederholt hervorgehoben, dafs der Umfang des simultan übersehbaren Feldes offenbar auch von dessen scheinbarer Gröfse, nicht nur von der Gröfse der Netzhautbilder abhängt. Dieser Schlufs ist berechtigt, aber wir haben im folgenden noch dafür Sorge zu tragen, dafs die Prämissen dieses Schlusses auch restlos hervorgehoben werden.

Beginnen wir mit dem Mikropsieversuch. Hier glaubten wir ja, wenn der Versuch der Instruktion gemäfs gemacht wurde, d. h. wenn der Beobachter eine lokale periphere Konzentration der Aufmerksamkeit vermied, in beiden Vergleichsfällen je ein simultanes Bild zu sehen, welches sich das eine Mal weiter erstreckte als das andere Mal, und auch in den peripheren Regionen noch deutlicher war. Ich sagte soeben mit Absicht „wir glaubten" ein simultanes Bild zu sehen, und nicht „wir sahen" ein simultanes Bild. Denn in diesem Punkte setzt die Bedeutung der von L. W. STERN [1] treffend hervorgehobenen Tatsache ein, dafs die Zeit, welche uns als Gegenwart erscheint, keineswegs ein Moment im mathematischen Sinne, ein Differential

[1] Psychische Präsenzzeit, *Zeitschr. f. Psychol.* **13**, S. 325.

sein mufs, sondern bereits Ausdehnung besitzen kann, also durch ein Integral darzustellen ist.

Es besteht also jedenfalls die Möglichkeit, dafs auch in solchen Fällen, in denen wir von einem Komplex von Gegenständen ein simultanes Bild zu erhalten glauben, die den einzelnen Teilwahrnehmungen entsprechenden psychophysischen Prozesse nicht streng simultan stattfinden, sondern sich bereits über einen gewissen, wenn auch sehr kleinen Zeitraum erstrecken. Wenn aber nun in den beiden Konstellationen des Mikropsieversuches die Gröfse des scheinbar simultan wahrgenommenen Feldes stets im selben Sinne erheblich verschieden ist, und wenn diese Tatsache zudem unabhängig von der Wahl der Objekte ist[1], so können wir dies unmöglich darauf zurückführen, dafs wir etwa in einem der Vergleichsfälle stets eine objektiv längere Zeit für die Gegenwart halten als in dem anderen. Es liegt nicht der geringste Grund vor zu der Annahme, dafs unser Kriterium, wonach wir eine Zeitdauer als Gegenwart ansehen, in den Vergleichsfällen ein verschiedenes sei. Unser Schlufs bleibt vielmehr zu Recht bestehen. Wir haben nur eine bisher nicht klar hervorgehobene Prämisse ausdrücklich herausgestellt. Einen weiteren, unbedingt strengen Beweis werden wir an späterer Stelle kennen lernen.

Es ist also erstens möglich, dafs wir ein Objekt wirklich simultan wahrnehmen, wenn wir es simultan wahrzunehmen glauben. Auch die psychophysischen Prozesse würden dann simultan stattfinden. Es wäre ferner denkbar, dafs unser Wahrnehmungsvorgang, wenn wir etwas simultan zu sehen glauben, nicht in e i n e m Schritt, sondern in mehreren, aber in einer begrenzten, also endlichen Anzahl von Schritten vollzogen wird. Vielleicht verfahren wir innerhalb der scheinbaren Gegenwart in der Weise, dafs sich unsere Aufmerksamkeit an einem Punkte festsetzt und von dort aus dann wirklich einen gewissen Bezirk streng simultan übersieht. Dann würde sie in derselben Weise ein zweites Mal Station machen. Die dritte, aber offenbar auch letzte Möglichkeit besteht darin, dafs innerhalb eines Zeitdifferentials wirklich nur ein Flächendifferential gesehen wird, dafs sich also die Aufmerksamkeit während der Präsenzzeit in

[1] Mit der mehrfach erwähnten Ausnahme (S. 87 ff.).

einer kontinuierlichen Wanderung über die Fläche des dargebotenen Eindrucks befindet.

Es ist für uns gleichgültig, welche der drei Möglichkeiten in Wirklichkeit zutrifft; da in zwei gleichen Zeiten, nämlich in solchen von der (natürlich unbekannten) Gröſse der Präsenzzeit ungleich viel übersehen wird, so ist das ein Anzeichen dafür, daſs, falls die Präsenzzeit noch Teile hat, auch in jeder dieser Teilzeiten — sagen wir in jedem Moment — ungleich viel übersehen wird.

Wie wir kaum ausdrücklich hervorzuheben brauchen, darf man andererseits nicht erwarten, daſs die Vp. nun wirklich immer nur einen Bezirk von gleicher scheinbarer Gröſse übersehen werde, in welcher Entfernung sich das Objekt auch befindet. Denn erstens sind die physiologischen Faktoren der peripheren Sehschärfe, die nach dem Rande zu abnehmende Empfindlichkeit der Netzhautelemente, für das Erkennen natürlich auch von Bedeutung. Ein ferneres Feld ist in dieser Hinsicht stets günstiger gestellt, wie ein nahes von gleicher scheinbarer Gröſse. Andererseits aber wird die normale Vp. ein gewisses, undeutliches Perzeptionsvermögen wohl für alle Objekte besitzen, welche überhaupt noch auf lichtempfindliche Teile der Netzhaut fallen. Dieses geringe Perzeptionsvermögen wird oft hinreichen, um eine gewisse lokale Konzentration der Aufmerksamkeit nach der Peripherie einzuleiten, soweit dies mit der Forderung und dem Bewuſstsein, sicher zu fixieren, verträglich ist.

§ 7.

Aber hüten wir uns auch davor zuviel zu behaupten! Wenn der Physiker ein Gesetz eruiert zu haben glaubt, betrachtet er es im allgemeinen als seine nächste Aufgabe, den Gültigkeitsbereich dieses Gesetzes zu bestimmen. Dem entsprechend muſs es unsere nächste Sorge sein zu ermitteln, ob das A. F. G. auf allen Stufen der scheinbaren Gröſse gilt, ob insbesondere der scheinbar kleinere Gegenstand auch dann noch deutlicher wahrgenommen wird als ein ausgedehnterer, der dasselbe Netzhautbild liefert, wenn der kleinere Gegenstand im Vergleich zu der überwiegenden Mehrzahl der uns umgebenden Objekte als „sehr klein“ bezeichnet werden muſs, während dem anderen eine mittlere Gröſse zukommt.

Eine derartige Untersuchung erfordert grofse Vorsicht. Auch wenn sich bei einem Experiment herausstellen sollte, dafs der scheinbar kleinere Gegenstand undeutlicher erscheint, so wäre ein solcher Versuch im allgemeinen dann nicht beweisend, wenn die scheinbare Verkleinerung durch Einschaltung eines dioptrischen Instrumentes bewirkt wird, während eine solche bei der Betrachtung des gröfseren Gegenstandes nicht stattfindet. Beweiskräftig wäre ein solcher Versuch nur dann, wenn die Gröfsendifferenz entweder, wie bei dem Aubertschen Versuche, ohne Instrumente irgendwelcher Art erzeugt werden könnte, oder wenn ein solches Instrument nicht zur Erzeugung des scheinbar kleineren, sondern zu der des scheinbar gröfseren Objektes verwendet würde. Der erstere Weg ist darum ausgeschlossen, weil die genaue Herstellung sehr kleiner Objekte mit primitiven Hilfsmitteln unmöglich ist; der zweite Weg verbietet sich durch die Tatsache, dafs wir zwar eine ganze Reihe von Methoden kennen, um bei konstantem Netzhautbild einen scheinbar grofsen Gegenstand in einen scheinbar kleineren zu verwandeln, dafs sich aber der umgekehrte Erfolg nur innerhalb sehr viel beschränkterer Grenzen und mit erheblich geringerer Sicherheit herstellen läfst, obwohl uns die überaus einfachen Instrumente jederzeit zu Gebote stehen, welche den Strahlengang im entgegengesetzten Sinne beeinflussen wie diejenigen, welche eine scheinbare Verkleinerung eines vorgelegten Gegenstandes bewirken.[1]

Bei Gelegenheit einer ganz andersartigen Untersuchung ergab sich ein Weg, durch welchen jenes Ziel in einwandfreier Weise erreicht wird, obwohl zum Zwecke der scheinbaren Verkleinerung ein dioptrisches Instrument eingeführt worden war.

Landolt[2] suchte den geringsten Exkursionswinkel zu ermitteln, um welchen sich das Auge zu drehen vermag. Es leiteten ihn hierbei folgende Erwägungen:

„Versucht man," so schreibt jener Autor, „eine Reihe nebeneinander„liegender gleicher Gegenstände, z. B. die Balken eines Blockhauses, die „Brettchen eines Fensterladens, die Stufen einer Treppe usw. zu zählen, „so findet man, dafs es in gewisser Entfernung leichter wird, je einen (ja

---

[1] Auf diese Verhältnisse hoffen wir später in anderem Zusammenhang zurückzukommen.

[2] Beitrag zur Physiologie der Augenbewegungen. Festschrift zum 70. Geburtstag von H. v. Helmholtz. 1891. S. 65.

„wohl zwei) derselben zu überspringen, als einen nach dem anderen ins „Auge zu fassen.

„Diese Erscheinung beruht offenbar darauf, dafs dem Auge ein gröfserer „Sprung leichter wird als ein kleinerer. In der Tat, entfernt man sich noch „weiter von den Versuchsobjekten, so gelangt man an einen Punkt, wo die- „selben unmöglich mehr einzeln, später sogar überhaupt nicht mehr gezählt „werden können, während sie lange vollkommen scharf gesehen werden. „Es schien mir nun von Interesse zu sein, den kleinsten Winkel zu be- „stimmen, um welchen sich ein Auge noch zu drehen vermag · · ·. Wir „stellten uns zwei Skalen her von je 12 schwarzen Punkten und von eben „solchen Strichen auf weifsem Grunde; die ersteren hatten 3 mm, die letz- „teren 2 mm Durchmesser; der Abstand der Mittelpunkte bzw. Mittellinien „voneinander betrug in beiden Fällen 13 mm. Diese Objekte wurden · · · von „hellem Tageslicht beleuchtet, aufgestellt und die gröfste Entfernung gesucht, „in welcher sie gerade noch gezählt werden konnten. Aus der Division „der 13 mm durch die gefundene Entfernung ergab sich dann der gesuchte „Winkel."

Es kam mir anfangs lediglich auf eine Prüfung der LANDOLTschen Theorie an. Ist es lediglich von der Gröfse des Exkursionswinkels abhängig, ob gleichartige Gegenstände der genannten Art gezählt werden können oder nicht, so mufs eine Reihe von eben noch zählbaren Gegenständen stets auch dann noch gezählt werden können, wenn man bei konstantem Netzhautbild die scheinbare Gröfse der Reihe und der darin enthaltenen Gegenstände herabsetzt. Kann aber die Reihe in diesem Falle nicht mehr gezählt werden, so folgt hieraus, vorausgesetzt, dafs das Resultat nicht durch Fehlerquellen vorgetäuscht wird, dafs zur Zählbarkeit auch eine bestimmte scheinbare Gröfse und nicht nur ein bestimmter Wert der Exkursionswinkel erforderlich ist.

Aber auch in dem gegenwärtigen Zusammenhange ist die Beantwortung dieser Frage von Interesse.

Fiele der Versuch in dem Sinne aus, dafs das scheinbar kleine Objekt nicht mehr gezählt werden kann, so wäre es ja ungünstiger gestellt, undeutlicher als das scheinbar gröfsere; undeutlicher, wie wir sogleich hinzufügen müssen, freilich nur in einer ganz bestimmten Hinsicht; denn es ist von vornherein keineswegs ausgeschlossen, dafs die e i n z e l n e n Objekte hierbei, entsprechend der LANDOLTschen Beobachtung, vollständig deutlich erscheinen. Allein dieselbe Schwierigkeit erhebt sich ja bei allen Untersuchungen, in die die Frage der Sehschärfe hineinspielt. Wenn man bei irgendwelchen Versuchen dieser Art findet, dafs

ein Objekt bei einer der Konstellationen undeutlicher ist, so kann man nie wissen, ob der Unterschied nur in der besonderen Natur des verwandten Testobjektes und der durch dasselbe bedingten Kriterien begründet ist, oder allgemein bei jedem Objekte erwartet werden mufs. Deutlichkeit ist ein zu relativer, aus der Praxis des gewöhnlichen Lebens übernommener Begriff, und die Bestrebungen derjenigen Männer, welche die Frage der Sehschärfe im ophthalmologischen Interesse studieren, laufen hauptsächlich darauf hinaus, diesen vieldeutigen Begriff durch einen eindeutigen zu ersetzen. Man mufs daher jederzeit die Deutlichkeit in verschiedener Hinsicht untersuchen. Erst am Schlusse der Untersuchung kann man entscheiden, ob ein so gewonnenes Resultat in einer allen Sehobjekten gemeinsamen Eigenschaft begründet ist, oder ob dasselbe in der speziellen Natur der durch die zufällig gewählten Objekte geforderten Kriterien seine Wurzel hat. So mufsten wir ja auch bereits bei den der Erklärung des A. F. G. gewidmeten Versuchen eine spezielle Klasse von Testobjekten, nämlich Buchstaben, ausscheiden (vgl. § 3), weil wir bei Verwendung dieser Objekte in Gefahr gekommen wären, für ein Resultat, welches lediglich durch die hier gerade wirksamen Kriterien gefordert wird, eine allen Sehdingen gemeinsame Eigenschaft verantwortlich zu machen.

Wir betrachten es also als einen ersten Fortschritt, wenn in einem bestimmten Spezialfalle, der uns über etwaige Gültigkeitsgrenzen des Aubert-Foersterschen Gesetzes Aufschlufs zu geben scheint, die technischen Schwierigkeiten einer exakten Behandlung nicht unüberwindliche sind. Ob dieser Fall wirklich eine Antwort auf unsere Frage gibt, das kann, ebenso wie in dem früheren analogen Falle, erst nach Anstellung der betreffenden Versuche entschieden werden.

Als Objekt diente eine Reihe von 12 quadratischen Punkten schwarz auf weifsem Grunde gezeichnet. Jedes der 12 Quadrate, deren Seitenlänge 3 mm betrug, war von dem benachbarten durch einen Zwischenraum von 6 mm getrennt. Aufserdem stellte ich mir einige andere Reihen her, welche der ersten geometrisch ähnlich waren, und zwar teils gröfsere, teils etwas kleinere. Das Resultat beansprucht kein besonderes Interesse; die verschiedenen Reihen wurden soeben gezählt, wenn die Darbietung unter annähernd gleichem Gesichtswinkel stattfand.

Es erhebt sich die Frage, ob in diesem Verhalten eine

Änderung eintritt, wenn man zu „sehr kleinen“ Reihen übergeht. Die direkte Herstellung einer solchen Punktreihe durch Zeichnung oder durch Aufkleben ausgeschnittener Quadrate wäre nicht nur äufserst schwierig, sondern im allgemeinen, falls sie nämlich nicht mit Hilfe besonderer Präzisionsinstrumente auf mechanischem Wege bewerkstelligt wird, geradezu unzulässig. Selbst bei sorgfältigster Herstellung werden die sehr kleinen Objekte den gröfseren niemals in allen ihren Teilen genau proportional sein. Die aufserordentlich feinen Ungleichmäfsigkeiten in der Begrenzung eines gezeichneten Quadrates, welche sich mit einer guten Reifsfeder zwar bei der Zeichnung einer längeren Linie, nicht aber bei der Herstellung eines nahezu punktförmigen Objektes, in ausreichender Weise vermeiden lassen, das Relief, in welchem die aufgeklebten Papierstückchen notwendig erscheinen, alle diese unvermeidlichen, für den Versuchszweck nicht wesentlichen Teile der Zeichnung besitzen beim kleinen Objekt wenigstens eben solche, eher gröfsere Dimensionen, als beim grofsen; keinesfalls sind ihre Dimensionen im selben Verhältnis verkleinert wie die Länge der Reihen und die Seiten der Quadrate. Da nun die kleinen Objekte nur aus verhältnismäfsig sehr geringer Entfernung gezählt werden können, und da sich die Gröfse der Gesichtswinkel, unter denen jene Fehler erscheinen, umgekehrt verhält wie die Entfernungen der Objekte vom Auge, so wirken diese Fehlerquellen beim kleinen Objekte störend, während sie bei dem grofsen und fernen nahezu völlig in Wegfall kommen. Würde es sich nur darum handeln, zwei geometrisch ähnliche Objekte von beliebiger, aber den linearen Dimensionen der Objekte proportionaler Entfernung aufzustellen, so liefse sich die Entfernung des kleineren Objektes immer so grofs wählen, dafs die Fehlerquellen bereits bei ihm nicht bemerkbar sind; gegen die direkte Herstellung wäre dann nichts einzuwenden. In unserem Falle soll ja aber das Objekt, welches unter demselben Gesichtswinkel dargeboten wird, wie das gröfsere, „sehr klein“ erscheinen; ohne besondere optische Hilfsmittel ist das nur durch Aufstellung in beträchtlicher Nähe zu erreichen. Die Fehler waren bei den kleinsten Punktreihen, deren Herstellung mir gelang, so bedeutend, dafs man sie mit Recht dafür verantwortlich machen könnte, falls etwa die scheinbar kleinere Punktreihe nur unter gröfserem Gesichtswinkel zählbar wäre.

An eine Herstellung der Objekte auf photographischem Wege traute ich mich nicht heran. Die Erzielung unbedingt scharfer und in Helligkeit und Tönung wirklich gleicher Bilder ist, wie jeder Amateurphotograph weifs, ein überaus dornenvolles Geschäft, welches nur mit den besten Hilfsmitteln und bei grofsei Übung mit Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden kann.

Diese Übelstände vermeidet eine äufserst einfache, in unserem Gebiet zuerst von A. W. VOLKMANN[1] zur Verkleinerung von Objekten verwandte Vorrichtung, die er, da sie dem entgegengesetzten Zwecke dient, wie das Mikroskop, als Makroskop bezeichnet. Zwischen dem Objekt und dem Beobachter wird eine Konvexlinse aufgestellt. In den Raume zwischen Linse und Auge wird dann ein umgekehrtes und verkleinertes reelles Bild von dem Objekte entworfen.

Das Bild scheint dem Beobachter, wie schon HELMHOLTZ bemerkt (Phys. Optik, 2. Aufl., S. 769), nicht vor, sondern hinter der Linse zu liegen.

Das Objekt, bestehend aus einer Reihe von 12 Quadraten mit der Seitenlänge 3 mm, war wiederum mit der Lichtquelle, welche auf der dem Auge zugewandten Seite zur Abhaltung direkter Strahlen mit einem Schirm versehen war, fest verbunden. Wurde nun das Objekt samt der Lichtquelle in der früher (S. 60) geschilderten Weise längs einer Bank verschoben, so änderte das von der fest aufgestellten Linse entworfene Bild seine Gröfse. Aus naheliegenden Gründen zog ich es vor, die Länge des reellen Bildes direkt zu messen, anstatt dieselbe nach Bestimmung der Brennweite der Linse zu berechnen. Man bringt zu diesem Zwecke zwischen sich und der Linse eine verschiebbare Mattscheibe an, deren matte Seite der Linse zugekehrt ist, und stellt sie so ein, dafs das Bild auf der Mattscheibe scharf erscheint. Die Länge der Punktreihe wurde durch Anhalten eines Mafsstabes an die polierte Scheibe der Mattscheibe gemessen. Da der Mafsstab dem auf der matten Seite entworfenen reellen Bild nicht unmittelbar anliegt, sondern von demselben durch eine, wenn auch dünne Glasschicht getrennt ist, so mufs man zur Vermeidung von Parallaxe bei der Messung senkrecht auf die Mattscheibe blicken.

Da die Messung des reellen Bildes in Anbetracht seiner Kleinheit eine sehr rohe war, so wurde innerhalb des zweifelhaften Intervalls der-

[1] Physiol. Unters. im Gebiete der Optik. 1863. S. 5ff.

jenige Wert notiert, von dem soeben mit Sicherheit behauptet werden konnte, dafs er nicht zu grofs war.

Bei den ersten Messungen hielt ich den durch Kinnstütze fixierten Kopf konstant in solcher Höhe, dafs ich bei geradeaus gerichteter Blicklinie die Mitte der Punktreihe mit dem Netzhautzentrum sah. Galt es nun, das obere Ende der Punktreihe auf den Mafsstab zu projizieren, so blickte ich, ohne den Kopf zu bewegen, nach oben; zum Zwecke der Projektion des unteren Endes wurde ebenso nach unten geblickt. Die für die Länge der Punktreihe gefundene Zahl war also etwas zu klein, auf keinen Fall zu grofs. Wird der so ermittelte Wert der Berechnung des Gesichtswinkels zugrunde gelegt, und tritt der Fall ein, dafs man für den Gesichtswinkel, unter dem das kleine Objekt eben gerade gezählt wurde, einen gröfseren Wert als im Vergleichsfalle erhält, so ist der Unterschied der beiden wahren Werte eher noch gröfser, keinesfalls kleiner als der der berechneten.

Auch die Verzeichnung, welche bei der Entwerfung eines reellen Bildes ganz allgemein auftritt, darf nicht unberücksichtigt bleiben. Wären z. B. die Abstände der Quadrate nicht konstant, sondern würden sie infolge der Verzeichnung um so kleiner, je weiter die betreffenden Quadrate vom Zentrum entfernt sind, so erhielten wir für den Winkel, unter dem die Punkte eben gerade gezählt werden, einen der Wirklichkeit nicht entsprechenden, einen zu grofsen Wert.

Bei der grofsen fernen Punktreihe, die ohne Makroskop durchgezählt wird, sind die Abstände aller Quadrate einander gleich. Wenn nun die kleine Punktreihe, um zählbar zu sein, unter einem gröfseren Gesichtswinkel dargeboten werden mufs, so könnten trotzdem die e i n z e l n e n Exkursionswinkel ebenso grofs, selbst kleiner sein, als bei der grofsen Punktreihe, wenn nämlich die Abstände zwischen je zwei Punkten der kleinen Reihe nicht von konstanter Gröfse sind. Um zu entscheiden, ob das Resultat nur durch diese Fehlerquelle vorgetäuscht wird, hat man den Maximalbetrag, welchen sie annehmen kann, also die Differenz zwischen dem gröfsten und dem kleinsten aller einzelnen Abstände, zu bestimmen.

Nun sind diese Abstände im reellen Bild selbst zu klein, um bequem und sicher mefsbar zu sein. Das reelle Bild mufs also vergröfsert werden. Die hierbei wiederum auftretende Verzeichnung mufs im selben Sinne wirken, wie die ursprüngliche; diejenigen Abstände, welche in dem ursprünglichen reellen Bild unter allen die kleinsten waren, müssen jetzt wiederum am schwächsten vergröfsert werden. Findet man dann, dafs die Differenz zwischen dem gröfsten und dem kleinsten Abstand in dem vergröfserten Bilde sicher kleiner ist, als eine bestimmte Zahl, ausgedrückt etwa in Prozenten des gröfsten Abstandes, so repräsentiert jene Zahl sicher gleichzeitig einen Maximalwert jener selben Differenz in dem ursprünglichen reellen Bilde; denn jene Differenz, ausgedrückt in Prozenten des gröfsten Abstandes, wurde ja durch den neu hinzutretenden Abbildungsvorgang noch vergröfsert.

Die erforderliche Vergröfserung stellte ich mir dadurch her, dafs ich von dem reellen Bild mittels einer photographischen Kamera ein vergröfsertes reelles Bild entwarf. Da sich, vom Objektiv der Kamera aus gemessen,

die Bildweite zur Gegenstandsweite verhält wie die Bildgröfse zur Gegenstandsgröfse, so mufs, wenn ein vergröfsertes Bild entstehen soll, der Abstand des Objektivs vom Gegenstand, hier also von dem reellen Bilde, relativ klein, die Auszugslänge der Kamera relativ grofs sein. Eine solche Vergröfserungskamera konnte ich mit Hilfe des kleinen, mir zur Verfügung stehenden Apparates mit leichter Mühe improvisieren, indem ich von einer dem Institut gehörigen, zur Erzeugung reiner Schwarzempfindung dienenden Dunkeltonne den Deckel abnahm, die Röhre an den Balg der Kamera ansetzte und beide lichtdicht verband.

Zuvor jedoch mufste geprüft werden, ob das Objektiv im gleichen Sinne verzeichnete wie das Makroskop. Bei Projektionssystemen, welche aus kugeligen Flächen zusammengesetzt sind, besteht die Verzeichnung darin, dafs die Vergröfserung nach dem Rande entweder zu- oder abnimmt. Wie anschaulich unmittelbar klar ist (vgl. auch Czapski, Theorie der optischen Instrumente. Winkelmanns Handb.), nimmt im erstgenannten Falle die Fig. *a*

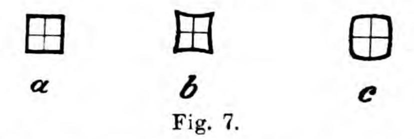


Fig. 7.

eine der Fig. *b* ähnliche Form an, während sie im zweiten Falle eine Abänderung im Sinne der Fig. *c* erfährt. Die erste Art der Verzeichnung pflegt man in der optischen Industrie als „kissenförmig“, die zweite als „tonnenförmig“ zu bezeichnen. An dem ursprünglichen, vom Makroskop gelieferten Bilde konnte ich wenigstens wegen der Kleinheit der von den Punkten begrenzten Distanzen die Richtung der Verzeichnung nicht mit Sicherheit erkennen; wurde hingegen ein Quadrat von erheblicherer Gröfse mittels des Makroskops betrachtet, so war die tonnenförmige Verzeichnung unverkennbar. Aber auch die Verzeichnung durch das Objektiv der Kamera erwies sich bei der gleichen Prüfung als tonnenförmig. Beide Instrumente verzeichneten also in gleichsinniger Weise. Makroskop und Objektiv waren möglichst genau zu zentrieren. Das von dem Objektiv gelieferte vergröfserte Bild wurde nun auf eine photographische Platte geworfen. Die (beiderseits offene) Dunkeltonne besitzt an dem einen Ende eine zur Röhre senkrecht stehende, mit schwarzem Samt ausgekleidete Wand. An dieser Wand konnte nun — das Objektiv befand sich an dem anderen Ende der Röhre — eine Kassette ohne Mühe lichtdicht befestigt werden.

Schliefslich mufste geprüft werden, ob das von dem Makroskop erzeugte Bild etwa wesentlich lichtschwächer war als das ursprüngliche Objekt. An die Stelle des Objektes wurde ein Farbenkreisel gebracht, dessen Scheibe hellgrau, beinahe weifs erschien. Von ihm entwarf das Makroskop ein reelles Bild. Über dem Farbenkreisel befand sich ein zweiter, der eine Scheibe von derselben Helligkeit bot. Die Lichtquelle, dieselbe wie bei den anzustellenden Versuchen, befand sich seitlich von den beiden Scheiben in der Mitte zwischen beiden, so dafs beide gleich stark beleuchtet waren. Betrachtete ich, hinter dem Makroskop stehend, die beiden Scheiben durch

zwei in einen schwarzen Karton eingeschnittene und gleich grofse kreisförmige Öffnungen, so erschien bei einer bestimmten Stellung des Kartons bald das eine, bald das andere der nahe beieinander liegenden Felder etwas heller. Hieran änderte sich nichts, wenn ich durch eine geringe Verschiebung des Kartons, bzw. auch durch Benutzung eines Kartons mit anderem Abstand der Löcher, verschiedene Bezirke des reellen Bildes mit verschiedenen Bezirken des ohne Makroskop gesehenen Feldes verglich. Die geringe Abschwächung der Helligkeit, welche durch Absorption seitens der Linse auf jeden Fall eintrat, war wegen der Geringfügigkeit der absorbierten Lichtmenge im Vergleich zu der beträchtlichen Helligkeit unmerklich. Ein etwa hervortretender Unterschied in der Sehschärfe ist also nicht auf einen Unterschied der Helligkeiten zurückzuführen.

Der Kopf war fixiert; bei mir selbst durch einen Schellackgaumen, bei den beiden anderen Beobachtern durch eine Kinnstütze. Die Gröfse des reellen Bildes wurde von der Vp. selbst geändert, indem sie den Abstand des Objektes von der Linse in der früher geschilderten Weise (S. 60) durch Ziehen an einer Schnur änderte. Bei jedem Versuch durfte das Objekt immer nur in einem Sinne verschoben werden. Nach Beendigung einer Runde wurde das Objekt in diejenige Stellung gebracht, welche dem Mittelwert aus den Einstellungen entsprach. Bei dieser Stellung des Objektes bestimmte ich die Länge des reellen Bildes und seine Entfernung von dem Scheitel der Linse, d. h. die Distanz zwischen diesem und dem Belag der Mattscheibe. Durch Subtraktion dieses Wertes von der bei jeder Runde gemessenen Entfernung zwischen Auge und Linse ergab sich die Entfernung des reellen Bildes vom Auge. Der Mafsstab wurde bei der letzteren Messung mit seinem Nullpunkt so an das Auge angelegt, dafs derselbe dem Beobachter, dessen Blicklinie in der Ebene der Iris der Vp. liegt, mit dem Rande der Iris zusammenzufallen schien.

Beim Zählen der grofsen Punkte näherte sich die Vp. einfach dem Objekt, bzw. entfernte sich von demselben. Die Zählung erfolgte nach dem Takte eines Metronoms in einem der Vp. bequemen Tempo, welches vorher ausprobiert, dann aber festgesetzt worden war. Aus denselben Gründen, aus denen man bei Gedächtnisversuchen ein zweimaliges Aufsagen der Reihe gefordert hat, galt die gewünschte Stellung erst dann als erreicht, wenn die Reihe unter Einhaltung des vorgeschriebenen Tempos zweimal durchgezählt werden konnte, bzw. wenn dieses eben gerade nicht mehr möglich war. Die Zeitlage der beiden Kon-

stellationen wurde von Runde zu Runde gewechselt. Wir geben jetzt die Resultate: d ist die Entfernung des Auges von dem durchgezählten Objekt, der Punktreihe, bzw. dem reellen Bilde derselben; $\frac{l}{2}$ die halbe Länge dieses Objektes. Da das durchgezählte Objekt so angebracht war, dafs sich seine Mitte möglichst genau in Augenhöhe befand, so ist $tg\,\frac{\varphi}{2} = \frac{l}{2d}$, wenn φ den Winkel bezeichnet, unter welchem die Punktdistanz gerade durchgezählt werden kann. Hieraus ergibt sich $\frac{\varphi}{2}$.

Die Werte der kleinen Konstellation sind durch den Index „1“, diejenigen der grofsen durch den Index „2“ gekennzeichnet. Längeneinheit: mm.

Vp. H. cand. math. Kroo.

1. Versuchstag:	$\frac{l_1}{2} = 3{,}4$	$d_1 = 146$	$\frac{\varphi_1}{2} = 80'\ 3''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 3940$	$\frac{\varphi_2}{2} = 44'\ 30''$
2. „	$\frac{l_1}{2} = 3{,}6$	$d_1 = 144$	$\frac{\varphi_1}{2} = 85'\ 56''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 4260$	$\frac{\varphi_2}{2} = 41'\ 9''$
3. „	$\frac{l_1}{2} = 3{,}6$	$d_1 = 149$	$\frac{\varphi_1}{2} = 83'\ 3''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 3550$	$\frac{\varphi_1}{2} = 49'\ 23''$
4. „	$\frac{l_1}{2} = 3{,}2$	$d_1 = 144$	$\frac{\varphi_1}{2} = 79'\ 40''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 4160$	$\frac{\varphi_2}{2} = 42'\ 9''$
5. „	$\frac{l_1}{2} = 3{,}5$	$d_1 = 154$	$\frac{\varphi_1}{2} = 76'\ 23''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 4320$	$\frac{\varphi_2}{2} = 40'\ 35''$
6. „	$\frac{l_1}{2} = 3{,}3$	$d_1 = 154$	$\frac{\varphi_1}{2} = 78'\ 7''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 4200$	$\frac{\varphi_2}{2} = 41'\ 45''$

Vp. JAENSCH.

1. Versuchstag:	$\frac{l_1}{2} = 3{,}8$	$d_1 = 142$	$\frac{\varphi_1}{2} = 91'\ 58''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 3530$	$\frac{\varphi_2}{2} = 49'\ 40''$
2. "	$\frac{l_1}{2} = 3{,}7$	$d_1 = 142$	$\frac{\varphi_1}{2} = 89'\ 33''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 3310$	$\frac{\varphi_2}{2} = 52'\ 58''$
3. "	$\frac{l_1}{2} = 3{,}5$	$d_1 = 142$	$\frac{\varphi_1}{2} = 84'\ 43''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 3870$	$\frac{\varphi_2}{2} = 45'\ 18''$
4. "	$\frac{l_1}{2} = 3{,}7$	$d_1 = 142$	$\frac{\varphi_1}{2} = 89'\ 33''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 3380$	$\frac{\varphi_2}{2} = 51'\ 52''$
5. "	$\frac{l_1}{2} = 3{,}4$	$d_1 = 142$	$\frac{\varphi_1}{2} = 82'\ 18''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 3650$	$\frac{\varphi_2}{2} = 48'\ 2''$
6. "	$\frac{l_1}{2} = 3{,}3$	$d_1 = 142$	$\frac{\varphi_1}{2} = 79'\ 53''$
	$\frac{l_2}{2} = 5{,}1$	$d_2 = 3740$	$\frac{\varphi_2}{2} = 46'\ 52''$

Auf die Verzeichnung kann der Unterschied nicht zurückgeführt werden. Der Mittelwert von l aus den Werten von K. und J. zusammen beträgt 7,0. Auf der vergröſserten Photographie besaſs die Punktstrecke eine Länge von 29,8 mm; hierbei war der gröſste Unterschied des Abstandes zweier Nachbarpunkte sicher kleiner als $^1/_3$ mm; da hier die Distanz zweier Punkte durchschnittlich die Gröſse 1,5 besitzt, also sicher kleiner als 22 %; dasselbe gilt von dem möglichen Fehler bei $\frac{l}{2}$. Da die Winkel sehr klein sind und sich daher annähernd wie ihre Tangenten, d. h. — bei konstantem d — wie die Werte $\frac{l}{2}$ verhalten, so ist der bei der Bestimmung von $\frac{\varphi}{2}$ gemachte Fehler sehr viel kleiner als 22 %, während in Wirklichkeit der Winkel

bei der kleinen Konstellation nahezu doppelt so grofs ist wie bei der grofsen, die beiden Winkel sich also um fast 100 % unterscheiden.

Man könnte noch einwenden, dafs vielleicht die Augenbewegungen im Falle der kleinen nahen Konstellation im Vergleich zu dem Falle der grofsen fernen Konstellation erschwert seien. Man könnte versuchen, diese Fehlerquelle dadurch auszuschalten, dafs man diejenige Linse unmittelbar vor das Auge setzt, welche bewirkt, dafs der Akkommodationszustand und damit der mit ihm assoziierte Konvergenzgrad derselbe ist wie bei der grofsen fernen Konstellation. Ein solches Verfahren würde jedoch physikalische Verwicklungen herbeiführen, da nun infolge der Blickbewegungen die Randteile der Linse mit ihrer prismatischen Wirkung zur Geltung kommen. Man kann die Fehlerquelle aber auch durch Heranziehung des mehrfach erwähnten Satzes beseitigen, wonach beim Blick in die Nähe die Senkung, beim Blick in die Ferne die Hebung der Augenachse begünstigt ist. Ich traf also die Anordnung nun so, dafs sich genau in der Höhe des Auges nicht die Mitte der Punktdistanz befand, sondern deren oberster Punkt. Bezüglich der Augenbewegungen befindet sich hier die kleine Konstellation gegenüber der grofsen im Vorteil. An zwei Versuchstagen erhielt ich hierbei im Mittel:

$$\varphi_1 = 156' \; 42'' \qquad \varphi_2 = 80' \; 24''$$

$$\varphi_1 = 159' \; 10'' \qquad \varphi_2 = 79' \; 21''$$

Ein in derselben Weise wie oben bestimmter Maximalbetrag des physikalischen Fehlers ergab wieder den Wert 22 %.

Dafs die von K. und J. gelieferten Werte so merkwürdig genau übereinstimmen, ist nur Zufall. Wie grofse individuelle Differenzen hier stattfinden, ergibt sich aus den Einstellungen von Herrn Prof. Müller:

$$\frac{\varphi_1}{2} = 54' \; 37'' \qquad \frac{\varphi_2}{2} = 51' \; 34''$$

Bei Herrn Prof. Müller hat also der Unterschied der scheinbaren Gröfse auf die Zählbarkeit keinen, oder nur verschwindend geringen Einflufs.

Gleichzeitig wird hierdurch nochmals bestätigt, dafs die Anordnung physikalisch einwandfrei war.

Von Beobachtungen ist noch zu erwähnen, daſs es Herr Prof. Müller beim Zählen natürlicher findet, den Blick nacheinander auf die in der Mitte zwischen je zwei Punkten gelegenen Stellen zu heften, als auf diese Punkte selbst, und zwar richtet er den Blick zunächst auf die Mitte zwischen dem ersten und zweiten, dann auf diejenige zwischen dem dritten und vierten Punkt usw. Dieses Verhalten entspringt wohl der mit seinem unter gewissen Verhältnissen hervortretenden Strabismus zusammenhängenden Tendenz, Blickbewegungen soviel als möglich zu meiden. — Daſs die Blickbewegungen beim Durchzählen eine erhebliche Rolle spielen, hob Herr Prof. Müller auf Grund von Selbstbeobachtung hervor.

Zu bemerken ist noch, daſs mir die Punkte der kleinen Konstellation, selbst als sie noch nicht gezählt werden konnten, keineswegs unscharf erschienen; sie hoben sich eher schärfer vom Grunde ab und erschienen eher schwärzer als diejenigen der groſsen Konstellation in der Entfernung, in der sie eben durchgezählt werden konnten.

Das allgemeine Endergebnis der in vorstehendem geschilderten Versuche besteht darin, daſs es für die Frage, ob eine unter bestimmtem kleinem Gesichtswinkel dargebotene Punktreihe durchgezählt werden kann oder nicht, nicht bei allen Individuen gleichgültig ist, welche scheinbare Gröſse die Punktreihe bei dem betreffenden Gesichtswinkel besitzt. Bei einigen Individuen, freilich nicht bei allen, kommt der Fall vor, daſs von zwei unter gleichem Gesichtswinkel dargebotenen Punktreihen die scheinbar gröſsere durchgezählt werden kann, die scheinbar kleinere dagegen nicht.

§ 8.[1]

a) Es sei gestattet, zum Schluſs über einige eigene und fremde Beobachtungen zu berichten, die, obwohl scheinbar einem ganz anderen Gebiet angehörend, bei der Behandlung des A. F. G.

[1] Da Herr Prof. Müller in gütigem Entgegenkommen das Heringsche Haploskop angeschafft hat, ist es mir inzwischen möglich geworden, die hier zu schildernde Analyse noch genauer und eingehender durchzuführen. Dabei hat sich herausgestellt, daſs die hier gegebene Analyse zwar keineswegs einer Korrektur, wohl aber einer wichtigen Ergänzung bedarf. In der vorliegenden Untersuchung besteht kein Anlaſs, auf diese Ergänzung einzugehen; dagegen werde ich in einem anderen Zusammenhange genötigt sein, darüber zu berichten.

nicht übergangen werden können, vielmehr erst den Weg zu einem tieferen Verständnis desselben eröffnen dürften.

Verf. hat sich früher längere Zeit hindurch vergeblich mit der Frage beschäftigt, ob die scheinbare Gröſsenänderung, die eine Fläche und damit jedes einzelne ihrer Elemente, beim Mikropsieversuch erfährt, irgend einen Einfluſs auf die Farbe besitzt, sei es in Hinsicht auf Helligkeit, Sättigung oder Farbenton. Als Beobachtungsobjekt dienten teils graue und farbige Flächen von solcher Gröſse, daſs sich auf der Netzhaut gar nichts anderes abbilden konnte, teils Scheiben von der Gröſse, in der sie bei Untersuchungen über Farbenempfindungen in der Regel zur Verwendung kommen. Auch das von den letzteren Objekten herrührende Netzhautbild füllte, da der Beobachter den Kreisel vor sich auf dem Tische stehen hatte, einen groſsen Bezirk der Netzhaut aus. — Das Resultat dieser Bemühungen schien zunächst kein besonderes Interesse zu beanspruchen. In Sättigung und Farbenton konnte trotz sehr zahlreicher Beobachtungen an ganz verschiedenen Farbflächen, trotz mannigfachster Variation des Beobachtungsobjektes, von mir und noch einigen anderen zugezogenen Beobachtern eine Änderung mit Sicherheit und Bestimmtheit niemals wahrgenommen werden. Die sehr geringfügige und keineswegs immer auftretende Verdunkelung gestattet keine Schlüsse, weil sich beim Mikropsieversuch die Pupille verengert.[1]

Eine auffallende Erscheinung ergab sich aber, als ich zufällig einmal kleine graue Felder auf gleichmäſsigem Grund von anderer Helligkeit aufklebte. War das kleine aufgeklebte Feld dunkler als der Grund, so erscheint es bei Mikropsie noch dunkler als zuvor; umgekehrt schien eine Aufhellung des kleinen Feldes aufzutreten, wenn es heller war als der Grund. Die Erscheinung war weniger deutlich, wenn die Helligkeitsdifferenz zwischen dem aufgeklebten Felde und dem Grunde entweder sehr klein oder sehr groſs war.[2]

---

[1] Der geringe, meist nicht mit völliger Sicherheit konstatierbare Grad der Verdunklung, sowie die nicht sehr groſse Häufigkeit ihres Vorkommens überhaupt, überraschte mich, da ein daneben stehender Beobachter die Bewegung der Pupille fast stets ganz deutlich wahrnehmen konnte. Mit der Eliminierung etwaiger Fehlerquellen und dem Erklärungsversuch können wir uns hier nicht befassen.

[2] Recht deutlich war die Erscheinung, wenn der Grund, bzw. das aufgeklebte Feld, die Farbe besaſs, welche am Farbenkreisel durch 182°

Wenn ich jedoch meine Aufmerksamkeit entweder nur dem Feld oder nur dem Grund zuwandte, und auf die benachbarte andere Farbe nicht zu achten suchte, so trat bei dem jeweilig beachteten Grau eine deutliche Helligkeitsänderung ebensowenig ein, wie dann, wenn ich ausgedehnte graue Flächen von der betreffenden Helligkeit einmal mit unbewaffnetem Auge und einmal unter den Bedingungen des Mikropsieversuchs betrachtete.

Die Wirkung blieb auch dann aus, wenn ich meine Aufmerksamkeit auf den Rand des Feldes, in welchem die verschieden hellen Flächen aneinander stiefsen, heftete und mir an dieser Stelle die Gröfse des Helligkeitsunterschiedes in den beiden Vergleichskonstellationen einzuprägen suchte. Es war vielmehr eines der wichtigsten Erfordernisse für ein deutliches Zustandekommen der Erscheinung, dafs ich Blick und Aufmerksamkeit nirgends festheftete, sondern über das Feld hinwegschweifen liefs, und immer nur auf die Gröfse des Helligkeits**unterschiedes** der beiden Flächen, nicht auf deren absoluten Betrag achtete. Ich erteilte darum auch den zugezogenen Beobachtern die Instruktion ausdrücklich in diesem Sinne.

Ferner nahm die Deutlichkeit der Erscheinung sehr erheblich ab, wenn das aufgeklebte Feld einen mannigfache Details aufweisenden, „interessanten“ Rand besafs; auf diesen Umstand wurde ich aufmerksam, als ich die Papierstücke, anstatt sie sauber auszuschneiden und sorgfältig aufzukleben, nur abrifs und einfach auf den Grund hinlegte. Ebenso wirkt es, wenn das kleine Feld dem Grund nicht unmittelbar aufliegt, sondern sich in einiger Höhe über demselben befindet.

Die Erscheinung kann auch nicht auf die geringfügige objektive Verkleinerung bei Mikropsie und die dadurch hervorgerufene Verstärkung des Kontrastes zurückgeführt werden. In der Entfernung vom Auge, in welcher sich bei jenen Versuchen das Beobachtungsobjekt befand, wurde auf weifsem Untergrunde ein schmaler, schwarzer 8 cm langer Streifen aufgeklebt. Brachte ich nun vor das rechte Auge ein Glas von der Stärke — 3,5 D, hielt aber das linke Auge gleichfalls offen, so brachte ich es nach einiger Übung dahin, dafs ich den Streifen in nebeneinderliegenden, ungleich scharfen Doppelbildern sah. In praxi war die Vergleichung dann leichter

---

Weifs und 178° Tuchschwarz bzw. durch 95° Weifs und 265° Tuchschwarz hergestellt werden kann. Auch die Gröfse des aufgeklebten Feldes war nicht ganz gleichgültig. Besonders günstige Bedingungen schien ein Quadrat von der Seitenlänge 2—3 cm zu bieten.

durchführbar, wenn neben dem ersten Streifen noch ein zweiter gleichartiger angebracht wurde, an welchen das eine der von dem ersten Streifen herrührenden Doppelbilder zum Zwecke des Vergleiches herangebracht werden konnte. Die Streifen lagen zur Meridianebene des Beobachters symmetrisch. Man konnte nun entweder mit dem rechten bewaffneten Auge auf den rechts gelegenen, oder mit dem linken, unbewaffneten Auge auf den links gelegenen Streifen akkommodieren. Auch wenn wir mit dem rechten Auge scharf sahen, war für mich und Herrn Dr. phil. Wilker die Gröfsendifferenz zwischen dem scharfen Doppelbild des rechten und dem unscharfen des linken Streifens sicher kleiner als 4 mm; zuweilen wurde eine Gröfsendifferenz überhaupt nicht bemerkt. Da hier das prinzipiell vergröfserte, und nicht das prinzipiell verkleinerte Bild in Zerstreuungskreisen erscheint, so könnte die Differenz infolge der Zerstreuungskreise höchstens zu grofs, nicht aber zu klein erscheinen.

Besafs nun, wenn ich mit bewaffnetem Auge beobachtete, das aufgeklebte Quadrat die Seitenlänge 20 mm, und ersetzte ich bei der Beobachtung mittels Mikropsie das Beobachtungsobjekt durch ein gleichartiges, bei welchem nur die Seitenlänge um 1 mm gröfser war, so fand ich die Erscheinung nicht merkbar schwächer als dann, wenn ich in beiden Vergleichskonstellationen dasselbe Beobachtungsobjekt benutzt hatte.

Diese Beobachtungen sind sehr alt; sie gehen bis auf Donders zurück. Da jene Beobachtungen aber noch keine systematische Behandlung fanden, und da bisher noch kein Autor zu einer ihn selbst durchweg befriedigenden Deutung gelangte, so sind die bereits vorliegenden Mitteilungen in Abhandlungen verstreut, deren Hauptgegenstand in ganz anderen Dingen besteht. So wurde ich denn auf diese älteren Angaben erst sehr viel später, bei der Vorbereitung für andere Untersuchungen, aufmerksam, und ich konnte darum nicht wissen, dafs es Koster bereits gelungen ist, die Fehlerquellen in viel eleganterer und einfacherer Weise auszuschliefsen, als mir dies, zum Teil auch wegen der primitiven Beschaffenheit meiner damaligen Hilfsmittel, gelungen war.[1] Er hat auch, wie wir sehen werden, den Einwand bereits beseitigt, dafs die Veränderung der Pupille beim Sehen durch das Konkavglas möglicherweise für die Erscheinung verantwortlich sei.

Ich meinerseits suchte mir bei den genaueren, sogleich zu schildernden Beobachtungen in folgender Weise zu helfen. Wenn die Verengung der Pupille einen Einflufs hat, so kann sie ihn nur dem Umstand verdanken,

---

[1] Da das Institut jetzt ein Haploskop besitzt, hoffe ich auf diese Erscheinungen, welche durch die Beobachtungen Kosters noch nicht in allseitiger Weise erledigt sind, späterhin zurückzukommen.

dafs diese Verengung eine Herabsetzung der Helligkeit bewirkt. Ich beleuchtete die Versuchsanordnung bei derjenigen Konstellation, bei welcher die Beobachtung mit unbewaffnetem Auge vorgenommen wurde, schwächer, und zwar so viel schwächer, dafs sowohl mir, wie dem anderen Beobachter, Herrn Wilker, der Grund sehr viel dunkler erschien, als bei dem anderen Beleuchtungsgrad, bei welchem durch die Linse beobachtet wurde. (Auch bei diesem Kontrollversuch war das Auge in dem letzteren Falle mit der Linse bewaffnet.)

Prägten wir uns dann in den beiden Fällen die Helligkeitsdifferenz ein, indem wir in der oben geschilderten Weise beobachteten, so erschien die Helligkeitsdifferenz zwischen Quadrat und Grund im Falle der Mikropsie wiederum erheblich deutlicher und gröfser als bei Beobachtung mit unbewaffnetem[1] Auge, obwohl bei diesem Modus im letzteren Falle die absolute Helligkeit geringer war. Dasselbe ergab sich, als weiterhin die Beobachtung mit unbewaffnetem Auge auch bei solchen Helligkeiten erfolgte, die zwischen der soeben gewählten und derjenigen, welche im Fall der Mikropsiebeobachtungen herrschte, dazwischen lag. Die Helligkeitsänderung erfolgte teils durch ein sehr rasches Abrücken der Lampe zwischen den Versuchen, teils durch Herabdrehen derselben (bei der gröfsten Helligkeitsänderung).

Ich habe dann auch während einiger Zeit mit Herrn Wilker quantitative Versuche angestellt. Eine Hauptschwierigkeit derselben war, wie wir sahen, dafs das kleine Feld keinen für sich „interessanten" Rand zeigen durfte, und dem Grunde aufliegen mufste. Dieser Forderung konnte ich dadurch gerecht werden, dafs ich den Grund auf einen Holzrahmen aufspannte und an der Stelle, an welcher das kleine Feld erscheinen sollte, in dem Papier einen quadratförmigen Ausschnitt anbrachte. Stellte ich nun hinter dieser papierenen Wand den Marbeschen Apparat auf, und zwar so nahe, dafs seine Scheibe auf der Rückseite des Papieres, welches den Grund bildete, schleifte, so war der Eindruck von vorn derselbe, als ob das kleine andersfarbige (und nun in seiner Helligkeit variierbare) Feld mit seinen Rändern unmittelbar auf der Rückseite des Grundes angeklebt gewesen wäre.

Der Vl. variierte, indem auf gleichmäfsige Geschwindigkeit der Bewegung geachtet wurde, abwechselnd in einer der beiden Konstellationen in auf- und absteigendem Verfahren die Helligkeit des mit Hilfe des Marbeschen Apparates dargebotenen kleinen Feldes und wies die Vp. an, durch ein verabredetes Signal die Bewegung seitens des Vl. zu sistieren, wenn die Differenz der Helligkeiten, welche der anderen Helligkeitsdifferenz gleich erschien, eben erreicht war. Ich unterlasse den Bericht über die quantitativen Ergebnisse der Einstellung. Sie lehrten gegenüber den unmittelbaren Beobachtungen nichts Neues, sind aber auch aus einem anderen Grunde, wie sich bald herausstellte, von geringem Wert.

---

[1] Das Auge war, um die Absorption durch das Konkavglas unschädlich zu machen, mit einem Planglas vom selben Material (aus der gleichen Kollektion) bewaffnet, welches sich bei Messung mit der Mikrometerschraube stärker erwies als die Linse an der Stelle ihres Zentrums.

Herr Wilker hatte, gleich den anderen unbefangenen Beobachtern, bei den qualitativen Beobachtungen nicht ein Urteil über die „Helligkeitsdifferenz" abgegeben, sondern einfach konstatiert, dafs das kleine Quadrat bei Mikropsie heller bzw. dunkler erschien. Auf die Frage nach der Beschaffenheit des Grundes lautete die Antwort fast stets, dafs derselbe eine mit irgendwelcher Deutlichkeit konstatierbare Änderung nicht erfahren habe. Nachdem aber einige Runden solcher quantitativer Versuche gemacht waren, fühlte sich Vp. aufserordentlich unbefriedigt. Er müsse zwar seine Äufserung durchaus aufrecht erhalten, dafs es im wesentlichen nur das kleine Feld sei, welches eine Änderung erleide. Wenn aber nun mit Hilfe des Marbeschen Apparates die Helligkeit desselben objektiv geändert würde, so würde hierdurch doch niemals erreicht, dafs der Eindruck in beiden Konstellationen der gleiche wäre. Eine Angabe, worin dann der Unterschied noch bestehe, war nicht möglich. Der Wert quantitativer Versuche erschien aber hierdurch illusorisch.

Ich habe ferner auch derartige kleine Felder auf gleichförmigem Grund in verschiedener Entfernung vom Auge aufgestellt, wobei sich die linearen Dimensionen des Grundes und diejenigen des aufgeklebten Feldes den Entfernungen proportional waren. Einen irgendwie ebenso ausgeprägten Unterschied in der Helligkeitsdifferenz in den Vergleichskonstellationen konnte ich hier — es handelt sich um Beobachtungen im direkten Sehen — niemals konstatieren.

Von Herrn Westphal liefs ich einige Einstellungen machen, die sich aus Zeitmangel nicht zu einer abgeschlossenen Versuchsreihe auswachsen konnten. Benutzt wurde dieselbe Versuchsanordnung, welche uns zur Prüfung der Erkennbarkeit von verschieden entfernten Buchstaben im direkten Sehen gedient hatte. Auf der verschiebbaren Tafel, an welcher sich die Buchstaben befunden hatten, wurde nun ein kleines Doppelquadrat angebracht, schwarz auf weifsem Grunde gezeichnet. Beobachtet wurde teils mit, teils ohne Mikropsie. Die Linse (— 3 D) wurde hierbei wieder ganz dicht an das Auge herangebracht. Die Instruktion verlangte jetzt von der Vp. eine solche Einstellung des Doppelquadrates, dafs sie das Vorhandensein einer, wenn auch nur ganz geringfügigen Verbindung zwischen den beiden Quadraten mit Bestimmtheit in Abrede stellen könne, und dafs zweitens diese Sicherheit sowohl mit, wie ohne Mikropsie, gleich grofs sei. Dieser letztere Punkt wurde besonders betont. — Bei mir selbst mufste nun das Doppelquadrat im Falle der Mikropsie im Durchnitt etwas, wenn auch nur sehr wenig, näher an das Auge herangebracht werden, als bei unbewaffnetem Sehorgan. Mein inneres Verhalten bestand hierbei darin, dafs ich mir stets die Frage vorlegte, ob ich eine sehr schwache Verbindungslinie zwischen den Quadraten, falls sie vorhanden wäre, noch würde sehen können. Bei Herrn Westphal mufste das Objekt umgekehrt bei den Beobachtungen mit unbewaffnetem Auge etwas näher an das Auge herangebracht werden. Freilich wurden nur 20 Einstellungen vorgenommen.

Aber nur zweimal war hierbei das Doppelquadrat bei Mikropsie ein wenig näher als in dem (immer unmittelbar darauf folgenden) Vergleichsfalle. Vp. sagte aus, dafs er, um der Forderung der „Gleichheit, der Sicherheit" zu genügen, auch die Quadrate selbst gleich deutlich zu sehen bemüht sei. Sein Kriterium sei hierhei die Schärfe des Randes. Auch ich kann bestätigen, dafs sich das Objekt bei Mikropsie schärfer vom Grunde abhebt, und dafs auch der Rand schärfer erscheint. Gleichzeitig erscheint mir auch hier die Helligkeitsdifferenz deutlicher. Wir gehen vielleicht nicht fehl mit der Annahme, dafs sich das Objekt eben darum besser vom Grunde abhebt und schärfer umrandet erscheint, weil die scheinbare Helligkeitsdifferenz zunimmt.

Bevor wir weiter gehen, möchte ich noch bemerken, dafs ich die vorhin beschriebene Erscheinung bei den aufgeklebten Quadraten gegenwärtig lange nicht mehr mit so frappierender Deutlichkeit wahrzunehmen vermag, wie damals.

Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir die Bemerkung des Herrn Westphal (vgl. S. 91), dafs die schwarzen Quadrate der zweiten Aubertschen Anordnung gleich beim Auftreten der Getrenntheit — die Stelle dieses Auftretens war ja dieselbe wie in der Vergleichkonstellation — viel tiefer schwarz, weniger grau, erscheinen, als bei unbewaffnetem Auge, in den Kreis der soeben geschilderten Beobachtungen mit einrechnen. Ich kann diese Beobachtung des Herrn Westphal durchaus bestätigen.

Dieses Schwarz ist nach meiner Beobachtung noch viel reiner und tiefer als dasjenige bei der direkten Betrachtung desselben Objektes vom gleichen Standort aus. Es läfst sich nur mit demjenigen Schwarz vergleichen, welches man erhält, wenn man vor der Dunkeltonne ein mit einem Loch versehenes weifses Papier anbringt.

Die an dem aufgeklebten Felde beobachtete Erscheinung, deren Schilderung wir soeben verlassen haben, besafs einen gewissen schwankenden Charakter, insofern als sie nur bei einer bestimmten Beschaffenheit und Begrenzung dieses Feldes deutlich in Erscheinung trat und beim Verf., der jene Beobachtung sehr oft anstellte, zweifellos an Deutlichkeit erheblich zurückgegangen ist. Dafs die Helligkeitsdifferenz zwischen einem peripher beobachteten Objekt und seiner unmittelbaren Umgebung bei Mikropsie zunimmt, diese Beobachtung vermag ich an jedem beliebigen Objekt zu bestätigen. Es ist hierbei ganz gleichgültig, ob das Objekt in einer Ebene mit dem Grunde liegt oder nicht, und die Erscheinung ist unabhängig von der Art der Begrenzung. Auch habe ich, so oft ich das Phänomen seither unter den

mannigfachsten Umständen beobachtete, keine Andeutung von einem Rückgang desselben wahrgenommen. — Wie ein dunkler Gegenstand an Dunkelheit, so nimmt unter den gleichen Umständen ein heller Gegenstand an Helligkeit zu. Ein farbiges Objekt scheint gesättigter und gleichzeitig entweder dunkler oder heller zu werden, je nachdem es schon ursprünglich dunkler oder heller ist als seine Umgebung. Die Beobachtungen über die Änderung der Sättigung scheinen indes nicht denselben Grad von Sicherheit zu besitzen, wie diejenigen betreffs der Änderung der Helligkeitsdifferenz.

Daſs man — von der Aufhellung eines peripheren Objektes ganz zu schweigen — auch das reinere Schwarz nicht auf physikalischem Wege, durch Berufung auf die mit der Pupillenverengung eintretende Helligkeitsabnahme zurückführen kann, geht u. a. aus einer Arbeit von C. L. Morgan[1] hervor. Dieser Autor fand, daſs sich das mittlere Grau auf einer Scheibe, deren Helligkeit abgestuft ist, bei Herabsetzung der Beleuchtung verschiebt. Diese Tatsache kann nur dadurch erklärt werden, daſs die Verminderung der Beleuchtung den schwarzen Sektor nicht viel schwärzer machen kann, den weiſsen Sektor hingegen beträchtlich verdunkelt. Es müſste also auch hier die Verdunkelung des hellen Grundes eher stärker in Erscheinung treten als das Tieferwerden des Schwarzes; in jedem Fall müſste die Helligkeitsdifferenz abnehmen. Tatsächlich nimmt sie nun aber ganz sicher und zwar sehr erheblich zu. Soll ich über die absolute Helligkeit des Grundes ein Urteil abgeben, was mir viel schwerer wird, wie die Beurteilung der Helligkeitsdifferenz und die der absoluten Helligkeit des Quadrates, so müſste ich sagen, daſs sie auf keinen Fall abgenommen, dagegen wahrscheinlich zugenommen hat.

Noch vor den Beobachtungen an dem aufgeklebten Quadrat hatte ich eine andere Erscheinung wahrgenommen, welche gleichfalls von groſser Stärke und überraschender Deutlichkeit ist.

Brachte ich eine glänzende Münze an einen gut beleuchteten Ort, so schien ihr Glanz bei Linsenmikropsie eine erhebliche Zunahme zu erfahren. Mehreren anderen Beobachtern fiel die Erscheinung ebenfalls ganz von selbst auf. Ich habe dann auch versucht, ob sich eine Art von Gleichung herstellen läſst zwischen dieser subjektiven und einer objektiven Zunahme des Glanzes.

Ich befestigte an einem hohen Stativ eine in vertikaler Richtung verschiebbare Glühbirne; unter dieser senkrecht lag die Münze, von dem

---

[1] Further Notes on the Relation of Stimulus to Sensation in Visual Impressions. *Psychol. Rev.* 8 (5) 1901, zit. nach dem Ref. von Max Meyer. *Zeitschr. f. Psychol.* 30.

Raum, in welchem die Glühbirne verschoben wurde, durch einen Schirm von Pergamentpapier getrennt. Die — in allen Teilen möglichst gleichmäfsig und nur matt glänzende — Münze wurde in einer solchen Neigung aufgestellt, dafs das Licht, unabhängig von der Höhe der Birne, immer annähernd in der Richtung auf das Auge der Vp. zu reflektiert wurde. Auch hier fand es die Vp. (Herr WILKER) bald unmöglich, eine genaue Gleichung herzustellen, und er fühlte sich sehr unbefriedigt. Die Entfernung der Lampe mufste aber bei der Mikropsiekonstellation im Mittel um ungefähr ein Drittel ihrer ursprünglichen Entfernung zunehmen, um so etwas von der Art einer Gleichung zu haben. — Auch mir selbst ist es ganz unmöglich, eine Gleichung herzustellen, obgleich ich das Phänomen qualitativ in grofser Deutlichkeit und durchaus sicher beobachte.

Schliefslich fiel mir häufig, und gleichfalls mit grofser Deutlichkeit, folgendes auf. Betrachte ich eine Gruppe von Gegenständen unter Mikropsie, so erscheinen diese weder im allgemeinen heller, d. h. von gröfserer Weifslichkeit, noch im allgemeinen dunkler, sondern was heller ist als seine Umgebung, scheint an Helligkeit, was dunkler ist, an Dunkelheit zuzunehmen. Aber wenn auch die Weifslichkeit keineswegs in allen Teilen des Gesichtsfeldes zunimmt, so habe ich doch oft den ganz bestimmten Eindruck, dafs alle Gegenstände in einem a n d e r e n Sinne „heller“, nämlich stärker „be“-leuchtet sind. Die Erscheinung ist nur dann deutlich, wenn ich der Beobachtung einigermafsen komplizierte Gegenstände zugrunde lege, etwa einen Teil der Einrichtung meines Zimmers. Bei einem homogenen, nur mit gleichfalls homogenen kleinen Feldern bedeckten Grund konnte ich das Phänomen nie mit Sicherheit konstatieren. Am deutlichsten fand ich die Erscheinung, wenn ich des Abends beim Lichte der Lampe irgend einen, nicht allzuhell beleuchteten Teil der Einrichtung meines Zimmers beobachtete. Wenn sich auch die Lampe hinter meinem Rücken befindet, so habe ich, lediglich auf Grund der Wahrnehmung der beschienenen Gegenstände, bei Linsenmikropsie doch den sehr bestimmten Eindruck, dafs die Lampe erheblich heller brenne, als bei der Betrachtung mit unbewaffnetem Auge. Will ich im letzteren Falle einen möglichst ähnlichen Eindruck erhalten, so mufs ich den Docht heraufschrauben.

Wir haben mit Absicht ausführlicher über diese Beobachtungen berichtet, obwohl, wie ich sehr viel später bemerkte, dieselben zum grofsen Teile bereits schon von anderer Seite angestellt sind. Nachentdeckungen sind in unserem Gebiete darum nie ganz überflüssig, weil durch jede neue und von der

Literaturkenntnis unbeeinflufste Beobachtung die Sicherheit der Ergebnisse älterer Autoren erhöht wird. Es ist der Hauptzweck der Ausführungen dieses Paragraphen, jenen älteren, ganz verstreuten und gelegentlichen Beobachtungen die ihnen gebührende Beachtung zu verschaffen.

Die eine jener Beobachtungen findet sich bereits bei Donders. Nachdem das Auftreten von Mikropsie bei Atropinisierung des Auges hervorgehoben ist, heifst es (Die Anomalien der Refraktion und Akkommodation des Auges, deutsch von Becker, Wien 1866 S. 496): „Dem atropinisierten Auge erscheinen die Gegenstände viel stärker beleuchtet.“ Die entsprechenden Beobachtungen für die Peripherie machte dann Emmert [1], der die Gröfse seines Gesichtsfeldes am Perimeter auch unter Atropinwirkung bestimmte. Eine Verschiebung der Gesichtsfeldgrenzen zeigte sich hierbei nicht, aber das Objekt erschien bei seinem Auftauchen sogleich „viel heller und deutlicher“.

Die relativ eingehendsten Angaben und die sauberste Beobachtungstechnik finden wir dann in einer Arbeit von W. Koster [2], welche sich hauptsächlich mit dem Studium der Gröfse der Mikropsie bei isolierter Akkommodations- und Konvergenzänderung beschäftigt.

Donders glaubte, wie aus seinen Ausführungen hervorzugehen scheint, die bei der Atropinisierung eintretende Pupillenerweiterung für die scheinbare Zunahme der Beleuchtungsstärke verantwortlich machen zu müssen. Diese Erklärungsmöglichkeit kommt nach den Versuchen von Koster nicht mehr in Frage. Die Erscheinung ist nämlich auch bei Vorsetzung eines engen Diaphragmas vor das Auge noch durchaus deutlich. „Auch „nimmt die scheinbare Helligkeit zu im Verhältnis zu der Mikropie, „während dabei die Weite der Pupille schon ziemlich unveränder-„lich geworden ist“ (l. c. S. 145).

Dafs sich bei Mikropie durch Akkommodationsparese die Gröfse des Netzhautbildes gar nicht geändert hat, wies K. nach, indem er in dem Nahepunkt des normalen und in dem jetzigen Nahepunkt des homatropinisierten Auges ähnliche Dreiecke aufstellte, deren Seiten sich verhielten wie ihre Abstände von den beiden Augen.

---

[1] Die Gröfse des Gesichtsfeldes in Beziehung zur Akkommodation. *Arch. f. Augenheilk.* **11**, 1882.

[2] Zur Kenntnis der Mikropie und Makropie. *Arch. f. Ophthalm.* **42**, 1896.

Auch findet sich bei Koster schon eine eingehendere Schilderung der Wahrnehmungen. „Hat man als Objekte auf „die Arme des Haploskops weifse Dreiecke von Pappe aufgestellt, „so scheint, wenn das Vereinigungsbild klein gesehen wird, die „Beleuchtung stärker geworden zu sein . . . . sehen wir dagegen „ein (scheinbar; d. Verf.) vergröfsertes Bild, so scheint die Be„leuchtung schwächer, als wenn das Bild in seiner wirklichen „Gröfse gesehen wird. Ebenso erschien mir, wenn schwarze „Dreiecke benutzt wurden, das scheinbar kleinere Objekt dunkler „schwarz, das scheinbar gröfsere mehr graulich. Bei diesen Ver„suchen wurde die beleuchtende Lampe über dem Kopf des „Beobachters aufgestellt und zwar ein wenig hinter der Mitte der „Basallinie der beiden Augen: Die objektive Beleuchtung der „Dreiecke bleibt bei dieser Anordnung des Versuches konstant" (l. c. S. 138).

Wir sehen also wiederum: ein helles Objekt erscheint bei Mikropsie heller, ein dunkles dunkler, und die Beleuchtung scheint zuzunehmen. Auch hier handelt es sich, wie bei unseren Beobachtungen an den auf gleichmäfsigem Grund aufgeklebten kleinen Feldern, um Beobachtungen, an denen vorwiegend das direkte Sehen beteiligt ist. Wir fanden, dafs in diesem Falle die Erscheinung nicht mit unbedingter Sicherheit und Konstanz auftritt, dafs es vielmehr scheine, als ob gewisse besondere Vorbedingungen erfüllt sein müssen, damit sie beobachtet werden könne. Auf denselben Umstand scheint die Bemerkung von Koster hinzuweisen: „Übrigens mufs ich hierbei erwähnen, dafs „die Erscheinung der scheinbaren Helligkeit individuell verschieden „zu sein scheint, da ein Kollege keinen Unterschied in der Be„leuchtung wahrnehmen konnte."

Diese Beobachtungen waren angestellt bei isolierter, durch Verschiebung der Arme des Haploskops bewirkter Konvergenzänderung, ohne begleitende Änderung der Akkommodation und der Pupille.

K. beobachtete, dafs bei stärkeren Konvergenzgraden trotz des Konstantbleibens der Akkommodation doch eine geringfügige Verkleinerung des Pupillendurchmessers auftritt; doch ist dieselbe nur „sehr unbedeutend". Diese (äufserst geringfügige) Änderung hat aber gerade zur Folge, dafs die Helligkeit des Netzhautbildes in der Konstellation, in welcher das Objekt „stärker beleuchtet" erscheint, gerade ein wenig herabgesetzt ist, kann also wohl schwerlich für das Phänomen verantwortlich gemacht werden.

Erinnern wir uns der oben geschilderten Beobachtungen bei Linsenmikropsie, bei welcher sich ja die Pupille verengt, so können wir jetzt die völlige Unabhängigkeit der Erscheinung von der Gröfse des Pupillendurchmessers mit Bestimmtheit behaupten. Die Erscheinung tritt ein, gleichgültig, ob sich unter den betreffenden Versuchsumständen die Pupille erweitert, verengt, oder ob sie endlich annähernd gleich bleibt.

An einer anderen Stelle hebt Koster hervor, dafs Druckschrift bei Mikropsie viel tiefer schwarz erscheine; dabei habe man aber den Eindruck „stärkerer Leuchtkraft“, einer Erhöhung der „Beleuchtung“. Diese Stelle läfst nochmals deutlich erkennen, dafs Koster die Objekte bei Mikropsie durchweg „heller“, d. h. stärker „be“-leuchtet gesehen hat, obwohl die Weifslichkeit der Objekte hierbei keineswegs durchweg zunahm, sondern die weifsen Partien weifser, die schwarzen schwärzer geworden waren.

Überblicken wir die Gesamtheit dieser Tatsachen, wobei wir die Erscheinung der stärkeren „Be“-leuchtung zunächst aufser acht lassen und uns allein an die scheinbar stärkere Helligkeitsdifferenz halten, so springt die Ähnlichkeit dieser Erscheinungen mit dem A. F. G. in die Augen. Das Objekt taucht bei dem Versuche Emmerts bei Atropinmikropsie zwar nicht eher am Perimeter auf, aber es war sofort deutlicher, es hob sich stärker vom Hintergrunde ab. Dasselbe war bei den unter Linsenmikropsie an der fernen Konstellation der zweiten Aubertschen Anordnung vorgenommenen Einstellungen der Fall. Auch hier trat, wenngleich das objektive Ergebnis der Einstellungen hiervon nichts verriet, die Helligkeitsdifferenz im Momente der Getrenntheit klarer zutage (vgl. S. 90 f.).

Wohl erscheint die grofse ferne Versuchsanordnung, die bei dem zweiten Aubertschen Versuch Verwendung findet, unter Linsenmikropsie kleiner. Aber noch viel kleiner erscheint, auch wenn wir unter gewöhnlichen Umständen beobachten, die kleine nahe Versuchsanordnung. So erhebliche Unterschiede der scheinbaren Gröfse vermögen wir durch Linsenmikropsie nicht hervorzubringen, wenn wir die Verwendung allzu starker Linsen, durch welche Fehlerquellen eingeführt werden, ausschliefsen. Denken wir uns aber, wir könnten durch Mikropsie eben so bedeutende Unterschiede der scheinbaren Gröfse erzeugen, wie sie sich unter den gewöhnlichen Bedingungen der Wahrnehmungen tatsächlich

darbieten! Die von Donders, Emmert und Koster beobachtete Erscheinung nimmt mit der scheinbaren Gröfsenänderung, wie Koster am Atropinversuch gezeigt hat, immer weiter zu; jedes Objekt des Gesichtsfeldes erscheint immer deutlich, da die hellen Teile immer heller, die dunklen immer dunkler werden. Angenommen, wir sollen nun wieder den zweiten Aubertschen Versuch anstellen, einerseits mit, andererseits ohne Mikropsie. Anfänglich erhalten wir, wie wir in Übereinstimmung mit Emmert sahen, zwar dieselben Einstellungen, aber das Objekt erscheint bei Mikropsie doch deutlicher und schärfer. Diese Deutlichkeitszunahme reicht zunächst noch nicht hin, um an der objektiven Einstellung etwas zu ändern. Schreitet aber die Mikropsie fort, wird die Helligkeitsdifferenz zwischen Objekt und Grund immer gröfser, das Objekt immer deutlicher und schärfer, so liegt die Annahme nahe, dafs ein Punkt kommen wird, wo auch die Getrenntheit der Quadrate schon an einer peripherneren Stelle erkannt wird im Falle der scheinbaren Kleinheit, als in dem der scheinbaren Gröfse.

Wir dürfen also wohl die Behauptung wagen: Es ist im Grunde dieselbe Tatsache, von der das Aubert-Foerstersche und das Kostersche Gesetz (K. G.) — so können wir dieses Gesetz nach dem Autor der genauesten Untersuchung nennen — Rechenschaft gibt. Aber die Bedingungen für das Auftreten der Erscheinung sind im ersten Falle günstiger, die Erscheinung selbst ist ausgesprochener.

Aber das Kostersche Gesetz behauptet noch eine andere Tatsache, für die beim Aubert-Foersterschen Gesetz ein Analogon zu fehlen scheint. Es nimmt nicht nur der Charakter der einzelnen Helligkeiten an Ausprägung zu, nicht nur wird das Helle heller, das Dunkle dunkler; es scheinen vielmehr nun auch alle Gegenstände stärker „beleuchtet“ zu sein. Diese letztgenannte Erscheinung ist wohl nicht schwer zu erklären.

Wann nehmen unter gewöhnlichen Umständen die Helligkeitsdifferenzen der Objekte zu, wann hebt sich eine Druckschrift am stärksten vom Papier ab? Es geschieht dies bei guter Beleuchtung. Schrauben wir hingegen das Docht der Lampe herab, so nähert sich das Schwarz des Druckes und das Weifs des Papieres immer mehr einem mittleren Grau. Das Schwarz kann nicht mehr sehr viel dunkler werden, wohl aber das Weifs.

Liegt der Gedanke nicht nahe, dafs auf Grund der Wahrnehmung ausgeprägterer Helligkeitsdifferenzen die Vorstellung stärkerer Beleuchtung auf assoziativem Wege wachgerufen wird? Hiermit stimmt auch die Tatsache überein, dafs ich bei Betrachtung homogener Flächen von einer solchen Zunahme der Beleuchtung nichts merke. Vielleicht wirkt auch der Umstand mit, dafs wir bei Mikropsie mit periphereren Regionen der Netzhaut noch leidlich deutlich sehen. Eine solche Hinausschiebung des deutlichen Bezirkes nach der Peripherie findet unter gewöhnlichen Umständen ja dann statt, wenn die Beleuchtungsstärke zunimmt; denn mit ihr nimmt die Sehschärfe, auch die der Peripherie, zu.

Andererseits ist es begreiflich, wenn diese Assoziation bei den Aubertschen Versuchen nicht in Wirksamkeit zu treten scheint. Diese Versuche finden unter den gewöhnlichen Beobachtungsbedingungen statt. Hier kommt nun eine andere Assoziation zur Geltung, die nicht minder fest und nicht weniger eingeübt ist als die vorher besprochene. Tausendfältige Erfahrung hat uns gelehrt, dafs sich die Helligkeit unserer Lampe, die Intensität des Sonnenlichtes oder die Bewölkung des Himmels dadurch nicht ändert, dafs wir von der Betrachtung eines fernen zu der eines nahen Gegenstandes übergehen. Bei Mikropsie aber erscheint der Gegenstand nur deutlich kleiner, nicht aber deutlich näher.

Eher könnte man an einem anderen Punkte Anstofs nehmen. Selbst wenn man zugibt, dafs bei Peripheriebeobachtungen die Fähigkeit des „Überschauens“ in Frage kommt, und selbst wenn man darum für die Emmertschen und für die Aubertschen Beobachtungen die Erklärung mit Hilfe der scheinbaren Gröfse gelten läfst, so erscheint doch schwer begreiflich, wieso die scheinbare Gröfse auf die Beschaffenheit der Helligkeitsdifferenzen einen Einflufs ausüben soll, wenn bei den Beobachtungen nur das direkte Sehen Verwendung findet, das „Überschauen“ eines Bezirkes also gar nicht in Frage kommt.

Könnten uns daher die oben mitgeteilten Beobachtungen an den kleinen aufgeklebten Feldern vielleicht in Verlegenheit setzen, da ja hier, wie es scheint, nur das direkte Sehen zur Verwendung kommt, so dafs wegen der Kleinheit des hier in Betracht kommenden Bezirkes von einem „Überschauen“ offenbar schwer-

lich die Rede sein kann, so enthalten andererseits, wie wir glauben, die näheren Einzelheiten jener Beobachtungen den Schlüssel zur Auflösung des Widerspruches.

Während nämlich die Erscheinungen im indirekten Sehen von großer Konstanz waren, zeigten diejenigen im direkten Sehen einen außerordentlich flüchtigen Charakter und konnten leicht verdrängt werden. Die Umstände, welche dem Auftreten jener Erscheinung förderlich, bzw. hinderlich zu sein schienen, fallen aber gerade mit denjenigen Umständen zusammen, welche die Mitverwendung des indirekten Sehens, und damit das Inkrafttreten der Fähigkeit des „Überschauens" eines ausgedehnteren Bezirkes, notwendig machen. Heftet man seine Aufmerksamkeit fest auf den Rand, und prägt man sich hier die Differenz der unmittelbar aneinander stoßenden Helligkeiten ein, so konnte die Erscheinung fast nie beobachtet werden. Je „interessanter" der Rand ist, je mehr er die Aufmerksamkeit auf sich zieht, um so eher wird dieses Verhalten ganz von selbst auftreten. Am deutlichsten war die Erscheinung, wie wir auf Grund unserer Beobachtung hervorheben mußten, wenn man den Blick über das Feld und den anstoßenden Grund hinwegschweifen ließ, Augenbewegungen ausführte und die Aufmerksamkeit nicht auf dem Rande festheftete. Wenn man aber in dieser Weise verfährt, so kommt nicht nur das direkte Sehen zur Verwendung, sondern es sind zweifellos auch Wahrnehmungen des indirekten Sehens für unser Urteil über die Größe der Helligkeitsdifferenz maßgebend. Bildet sich z. B. etwa gerade die Mitte des kleinen Feldes auf der Fovea ab, so erscheinen alle diejenigen Partien, wo die verschiedenen Helligkeiten zusammenstoßen, im indirekten Sehen. Wo immer die Augenachse die Fläche des Papieres schneiden mag, stets wird sich die Mehrzahl der Punkte, in denen das Zusammenstoßen stattfindet, im indirekten Sehen abbilden. Wir benutzen eben, wie ja Purkinje mittels des mehrfach erwähnten Sehröhrchenversuches gezeigt hat, bei unseren Wahrnehmungen das indirekte Sehen fortwährend; so auch hier wohl bei unserem Urteil über die Differenz der Helligkeiten, außer wenn wir — ein Verfahren, das hier allerdings nahe liegt und absichtlich ferngehalten werden mußte — die Aufmerksamkeit fest auf den Rand heften und so tatsächlich das direkte Sehen annähernd allein zur Geltung kommen lassen. Alles soeben Gesagte gilt aber auch von den Bedingungen, unter denen

Donders und Koster beobachteten. Beim ungezwungenen Sehen findet niemals ausschliefslich der relativ aufserordentlich kleine und darum unter normalen Umständen wohl unschwer zu überschauende Makulabezirk Verwendung. Immer wird das indirekte Sehen mitbenutzt, und immer ist somit, die, wie es scheint, notwendige Vorbedingung für das Inkrafttreten des Kosterschen Gesetzes, bestehend im „Überschauen" eines relativ ausgedehnten Bezirkes, gegeben.[1]

Durch die Tatsachen, von welchen das Kostersche Gesetz berichtet, erhalten nun aber unsere Untersuchungen über das A. F. G. eine weitere Sicherung und Ergänzung.

Eine Sicherung aus folgenden Gründen.

Beim A. F. G. mufsten wir uns immer erst vergewissern, ob die Vp. auch nicht unerlaubte Blickbewegungen ausgeführt hat. Wenn nach den Beobachtungen Kosters bei einer Druckschrift unter Mikropsie der Druck schwärzer, das Papier heller erscheint — ähnlich in analogen Fällen —, so kommt hierbei von Augenbewegungen nichts vor. Man kann die Druckschrift ebenso mit bewegtem Blick wie unter Fixation betrachten.

Ferner schien die „arithmetische" Anschauung vom Umfang der Aufmerksamkeit gegen unsere Deutung des A. F. G. Einspruch zu erheben. Auch dieser Einwand mufs verstummen gegenüber einer Erscheinung, die auch an so eminent einfachen Beobachtungsgegenständen auftritt, wie es ein homogenes Feld

---

[1] Seit dem Bekanntwerden einer Reihe wesentlicher funktioneller Unterschiede zwischen Zapfen und Stäbchen spielen Untersuchungen, die sich mit den Unterschieden zwischen direktem und indirektem Sehen befassen, in der Psychophysik der Farbenempfindungen eine bedeutende Rolle. Um Mifsverständnissen, welche unter diesen Umständen nicht fernliegen, vorzubeugen, sei ausdrücklich hervorgehoben, dafs die oben angeführten Beobachtungen mit einem funktionellen Unterschied zwischen Makula und Peripherie nicht das geringste zu tun haben. Wenn die Beteiligung des indirekten Sehens, wie wir annehmen zu müssen glaubten, für das Auftreten des Kosterschen Phänomens wesentlich ist, so kann dies seinen Grund nur darin haben, dafs erst im Falle der Beteiligung des indirekten Sehens an die Fähigkeit des „Überschauens" einigermafsen gröfsere Anforderungen herantreten. Ist aber hierdurch mit dem Inkrafttreten des „Überschauens" die notwendige Vorbedingung für das Auftreten des Kosterschen Phänomens einmal gegeben, so verhalten sich Zentrum und Peripherie hinsichtlich jener Erscheinung gleichartig. Jedenfalls liegt zur entgegengesetzten Annahme kein Grund vor.

ist, in welchem sich ein zweites kleineres, gleichfalls homogenes Feld befindet.

Wir sahen ferner, dafs man kein Recht haben würde, die Gültigkeit des A. F. G. von allen Sehdingen zu behaupten, wenn die von jenem Gesetz ausgedrückte Tatsache etwa nur bei Verwendung von Buchstabenproben ermittelt worden wäre. Für ein solches Verhalten könnte, wie wir sahen, die spezielle Natur des hier verwendeten Kriteriums verantwortlich sein. Die Versuche mit dem Doppelquadrat waren allerdings diesem Einwand nicht ausgesetzt. Aber haben wir damit wirklich schon in strenger Allgemeinheit den Beweis geliefert, dafs die Gestalt und die Beschaffenheit des Testobjektes, sowie die etwaige besondere Natur der hierdurch geforderten speziellen Kriterien mit dem A. F. G. nichts zu tun haben?

Diese Unabhängigkeit der Erscheinungen von der Form des Objektes ist erst durch die Zurückführung des A. F. G. auf das K. G. dargetan. Denn es ist hierdurch gezeigt, dafs es sich auch beim A. F. G. nicht eigentlich um eine Gesetzmäfsigkeit des Formensinns handelt, sondern um eine Gesetzmäfsigkeit im Gebiete der letzten Elemente, aus denen sich alle Formen zusammensetzen, dafs im Grunde hier eine Gesetzmäfsigkeit des Lichtsinns vorliegt.

Das A. F. G. erfährt ferner durch die Zurückführung auf das K. G. eine Erweiterung.

Nach dem A. F. G. sieht es so aus, als ob die Differenz der scheinbaren Gröfse erst einen erheblichen Betrag erreichen müsse, damit eine Änderung in den Wahrnehmungen eintritt. Vom K. G. wird das hier noch fehlende Glied geliefert. Ist die Veränderung der Wahrnehmung infolge des Wachsens der scheinbaren Gröfse auch noch nicht so bedeutend, dafs die Form dadurch unkenntlich, und eine andere Einstellung am Perimeter notwendig wird, so lehrt nun das K. G., dafs auch schon bei geringerer Änderung der scheinbaren Gröfse eine Änderung in den Wahrnehmungen eintritt, nämlich in Gestalt einer Herabsetzung der Helligkeitsdifferenz zwischen Objekt und Grund. Erst wenn diese einen höheren Grad erreicht hat, fängt die Form an unkenntlich zu werden, und das K. G. wird abgelöst durch das A. F. G.

Beiläufig sei bemerkt, dafs das K. G. wohl eine Nötigung enthalten dürfte, die Ansicht nochmals auf ihre Richtigkeit nachzuprüfen, wonach

die Zunahme des Helligkeitskontrastes bei Abnahme der Gröfse des kontrastleidenden Feldes ausschliefslich auf Rechnung der Netzhautprozesse zu setzen sei, während das nervöse Zentralorgan am Zustandekommen dieser Erscheinung unbeteiligt sei.

Der Gedanke lag nahe, zu untersuchen, ob die Unterschiedsschwelle bei Mikropsie eine andere ist als bei Makropsie. Die auf dem Marbeschen Apparat angebrachte, aus zwei grauen Sektoren zusammengeklebte Scheibe besafs eine Helligkeit, die einer Mischung aus 160,25° Weifs und 199,75° Tuchschwarz entspricht. Der verschiebbare Kreisring besafs die Helligkeit: 95° Weifs, 265° Tuchschwarz. Der Unterschied gegenüber der Helligkeit des Grundes war mit Absicht nicht zu grofs gewählt, damit die Werte der Unterschiedsschwellen und ihre etwaigen Unterschiede am Apparate deutlich in Erscheinung träten. Die Versuchsreihe erstreckte sich bei mir und bei Herrn Wilker über je sechs Tage. Es wurden dieselben Linsen verwandt, wie bei der Beobachtung der Helligkeitsdifferenzen (Abschn. I, § 8a). Die Einstellungen erfolgten auf- und absteigend; die Veränderung des Kreisrings am Marbeschen Apparat wurde langsam vorgenommen. Um die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Stelle der Scheibe zu fixieren, war dieselbe durch einen Schirm, der einen sektorförmigen Ausschnitt besafs, zum gröfsten Teile verdeckt.

Das Ergebnis liefs sich dahin aussprechen, dafs die Unterschiedsschwelle bei Mikropsie sicher nicht niedriger ist.

Schob ich den Kreisring weiter heraus, so erschien bei Mikropsie die Helligkeitsdifferenz, wenn ich die ganze Scheibe betrachtete, wieder meist gröfser.

Man sieht hieraus, wie verwickelt sich eine allseitige Erörterung des scheinbar so einfachen Problems, das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden zu bestimmen, gestalten würde. Wir verweisen an dieser Stelle auch auf die (S. 10) mitgeteilten Versuche von Aubert.

b) Ein anderer Erklärungsversuch, der freilich nach der ausdrücklichen Bemerkung des Autors nur als eine Vermutung aufgefafst werden soll, rührt von Koster her. Koster hebt zunächst treffend hervor, wie rätselhaft der Zusammenhang zwischen scheinbarer Beleuchtung und scheinbarer Gröfse und Distanz sei; denn die Helligkeit des Netzhautbildes bleibe ja bei Änderung der Distanz zwischen Objekt und Auge konstant. Die Frage, woher das von den Mikropsieversuchen erwiesene Abhängigkeitsverhält-

nis zwischen scheinbarer Gröſse und Helligkeit komme, scheint ihm schwer lösbar zu sein, könne vielleicht aber in folgender Weise beantwortet werden. „Durch die konstante Erregung eines einzelnen perzipierenden Elementes bekommen wir eine Vorstellung über die Leuchtkraft von sozusagen jedem mathematischen Punkte der Oberfläche eines Gegenstandes. Aus welcher Entfernung wir die leuchtenden Punkte der Oberfläche auch betrachten, immer geben sie uns die Vorstellung derselben Leuchtkraft. Wenn nun aber bei der Mikropsie die leuchtenden Punkte der Oberfläche viel gedrängter zu liegen scheinen, wie aus der Betrachtung der sog. Körnung der Oberfläche hervorgeht, entsteht dadurch auch die Vorstellung der gröſseren Helligkeit.“

Daſs aber die Erscheinung nicht auch dann auftrete, wenn wir unter gewöhnlichen Beobachtungsumständen ein Objekt dem Auge wirklich nähern — bei Annäherung der Objekte an das Auge ändert sich ja der subjektive Maſsstab, welchen wir der Auffassung oder Ausdeutung unserer Netzhautbilder zugrunde legen, im selben Sinne wie bei Mikropsie — diese Tatsache habe ihren Grund in dem Umstande, daſs hier die Vorstellung einer gröſseren Zusammendrängung der einzelnen leuchtenden Punkte des Objektes nicht auftrete. „Ein Blatt Papier, das scheinbar näher liegt, sieht ganz anders aus als ein solches Blatt, das wirklich näher steht; ersteres scheint von viel feinerer Qualität, weil natürlich auch alle Unebenheiten und Fasern im Verhältnis verkleinert gesehen werden.“

Diese Ansicht erscheint uns unhaltbar.

Wir sahen, daſs die Erscheinung besonders deutlich im peripheren Sehen ist. Nun beruht sie nach Koster, z. B. in dem Falle, in welchem Papiere als Beobachtungsobjekt dienen, darauf, daſs die Körnung, also die feinste Detailzeichnung des Papieres, bei Mikropsie anders zu werden scheint. Findet ein solches Anderswerden dieser feinsten Elemente nicht statt, wie z. B. in dem Falle, in welchem das Papier dem Auge wirklich genähert wird, so bleibt auch das Helligkeitsphänomen aus.

Wir haben nun aber über Einstellungen berichtet (S. 91), welche an der fernen Konstellation der zweiten Aubertschen Versuchsanordnung teils mit, teils ohne Mikropsie gemacht wurden, bei denen das Phänomen der gröſseren Helligkeitsdifferenz im Falle der Mikropsie äuſserst deutlich war, und zwar sogleich, als die Getrenntheit der Quadrate eben merkbar wurde.

Es ist kein Gedanke daran, dafs wir an diesem fernen und so stark peripher gesehenen Objekt einen scheinbaren Unterschied in der Körnung des Papieres wahrnehmen konnten.

Ferner glauben wir erwiesen zu haben, dafs zwischen dem A. F. G. und dem K. G. ein enger Zusammenhang besteht, dafs sich jene beiden Reihen von Tatsachen nur graduell voneinander unterscheiden. Nun liegt aber gerade bei den Aubertschen Versuchen der Fall vor, in dem die scheinbare Kleinheit durch wirkliches „Näherstehen" hervorgerufen wird, also der Fall, in dem nach Kosters Theorie das Helligkeitsphänomen ausbleiben mufs. Ferner erscheinen die beiden Versuchsanordnungen nicht verschieden „hell", nicht verschieden stark „beleuchtet". Auch diese Tatsache weist darauf hin, dafs die scheinbare Änderung der „Beleuchtung" nicht das primäre Phänomen ist im Vergleich zu dem Phänomen der Änderung der Helligkeitsdifferenzen.

Endlich noch ein prinzipiellerer Punkt.

Koster führt die Erscheinung auf Erfahrungseinflüsse zurück. Das Aubert-Foerstersche Phänomen läfst sich, wie wir sahen, auf das Kostersche zurückführen. Es ist dieselbe Erscheinung, nur beobachtet unter besonders günstigen Versuchsbedingungen, und darum von besonders ausgeprägtem Charakter. Die Helligkeitsdifferenz nahm bei der grofsen Konstellation so stark ab, die Formen wurden infolgedessen so undeutlich[1], dafs die Quadrate nicht mehr als getrennt wahrgenommen werden

[1] Dafs bei Abnahme der Helligkeitsdifferenz zwischen Objekt und Grund die Formen im indirekten Sehen tatsächlich undeutlicher werden, zeigte sich bei folgenden Beobachtungen. — Auf einem gleichmäfsigen grauen Grunde befinden sich in gleicher Höhe über dem Fufsboden, ungefähr der Augenhöhe des Beobachters entsprechend, etwa 0,5 m voneinander entfernt, zwei Fixierzeichen. Das Auge des Beobachters war von beiden Fixierzeichen gleich weit entfernt. Lotrecht über jedem der beiden Fixierzeichen, in einem Abstande von 27 cm über demselben, befand sich je ein Doppelquadrat. Die Quadrate des einen Doppelquadrats waren aus Tuchschwarz hergestellt, die des anderen aus einem erheblich weniger stark vom Grunde kontrastierenden dunkelgrauen Papier; die Gröfsenverhältnisse waren dieselben wie die der in der ersten Versuchsreihe (S. 26) verwandten Doppelquadrate. Die Beobachtungszeit wurde durch die Schläge des Metronoms in beiden Konstellationen in übereinstimmender Weise geregelt. Der Beobachter (Herr Prof. M.) erklärte, man könne wohl sagen, dafs die Formen des grauen Doppelquadrates undeutlicher erschienen als diejenigen des schwarzen.

konnten, wenn sie sich an derselben Stelle der Netzhaut abbilden, wie die kleineren, näheren. Aus diesem Grunde müſste auch das A. F. G. auf Residuen beruhen. Man müſste also annehmen, daſs die assoziativ wachgerufene Vorstellung einer höheren Intensität der Lichtquelle die Sehschärfe in ähnlicher Weise zu steigern vermöge, wie eine wirkliche Verstärkung der Beleuchtung. Solange die tatsächliche Gültigkeit dieser unwahrscheinlichen Annahme nicht direkt auf experimentellem Wege erwiesen ist — die Entscheidung dieser Frage würde in das Gebiet der Gedächtnisfarben gehören — wird man sich ihr gegenüber unbedingt skeptisch verhalten.

Schon diese letztere Überlegung weist auf einen weit elementareren Mechanismus hin. Im III. Abschnitt werden wir den Versuch machen, in das Verständnis desselben etwas weiter einzudringen.

II. Abschnitt.

Bestätigung der im I. Abschnitt gegebenen Interpretation des Aubert-Foersterschen Gesetzes durch anderweitige Tatsachen.

I. Kapitel.

Nachweis, dafs eine widerspruchsfreie Deutung der konzentrischen Gesichtsfeldeinengung (k. G. E.) bei funktionellen Nervenleiden nur unter Heranziehung des Aubert-Foersterschen Gesetzes gelingt.

§ 1.

Von den objektiv nachweisbaren Symptomen der Hysterie hat besonders die konzentrische Gesichtsfeldeinengung (k. G. E.) das Interesse der Forscher stets in hohem Mafse erregt. Diese ausgezeichnete Stellung verdankt jenes Symptom einerseits der Häufigkeit seines Vorkommens, andererseits dem Umstande, dafs es unter den mannigfachen Erscheinungen des vielgestaltigen Krankheitsbildes einer exakten und zahlenmäfsigen Formulierung, ferner einer experimentellen Erforschung, einem Studium unter verschiedenen äufseren und inneren Bedingungen, relativ am leichtesten zugänglich zu sein scheint.

Es ist begreiflich, dafs die gegnerischen Ansichten vom Wesen der hysterischen Primärveränderung in der Lehre von der k. G. E. und in derjenigen von den kutanen Anästhesien besonders hart aufeinander stofsen. Man befindet sich hier noch auf relativ festem Boden, auf welchem ein streng methodischer und den Forderungen des psychophysischen Denkens Genüge leistender Austrag der Ansichten noch möglich erscheint.

Diese Verhältnisse treten deutlich zutage, wenn man die eingehendsten Gesamtdarstellungen, die in Frankreich einerseits

und in Deutschland andererseits hervorgetreten sind, miteinander vergleicht.

Für Janet[1], der die Lehre Charcots namentlich auf dem Wege des psychologischen Experimentes weiterbildet und ausbaut, ist die Hysterie eine „Geisteskrankheit". Zwar ordnet sie sich jener gröſseren Gruppe von Krankheiten ein, denen Schwäche oder Erschöpfung zugrunde liegt. Es ist aber die wesentliche und immer von neuem betonte These Janets, daſs es sich nicht um eine allgemeine nervöse oder zerebrale Schwäche handelt. Die vielgestaltigen Symptome der Hysterie entspringen vielmehr der Abänderung einer einzigen, ganz speziellen Geistestätigkeit. Die Hysterie besteht in einer Schwäche der „Ich"-Wahrnehmung, des „Ich"-Bewuſstseins. Aus dieser „Ich"-Schwäche sind insbesondere auch die Anästhesien und die k. G. E. abzuleiten. „Die hysterische Anästhesie ist eine Krankheit des „Ich"-Bewuſstseins." „Sie (die Hysterie) liegt . . . im Geist. Wir halten ein für allemal daran fest, daſs das Wort „Geist" die höchsten Tätigkeiten des Gehirns, bzw. der Hirnrinde ausdrückt. . . . . Im Geiste selbst erstreckt sich die Krankheit nur auf bestimmte Vorgänge. Sie ist nur selten eine Störung der Elementarempfindungen, die in ihrem Wesen und ihren Eigentümlichkeiten unverändert bleiben. Sie erstreckt sich auf eine ganz besondere Geistestätigkeit, auf die „Ich"-Wahrnehmung, die uns in jedem Momente des Lebens befähigt, neu aufgenommene Empfindungen untereinander und mit dem „Ich"-Bewuſstsein zu verknüpfen. Sie beruht auf einer Schwäche in der Verknüpfung der psychologischen Elemente, welche ich früher einmal als psychologischen Zerfallsvorgang bezeichnet habe" (Janet, l. c. S. 47).

Das Wesen der Empfindung, so führt Janet aus, wurde stets sehr unklar definiert. Die Empfindungen sollen primäre Bewuſstseinszustände sein, die man nicht in weitere Elemente zerlegen kann; mit einem Worte, die Empfindungen seien in der Psychologie dasselbe, was die Atome in der Chemie sind.

Nach Janets Ansicht ist die Empfindung nicht das letzte Element, bis zu welchem die psychologische Analyse vordringen

---

[1] État mental des Hystériques, Paris 1894 (Der Geisteszustand der Hysterischen. Bd. I. Übers. v. M. Kahane, Leipzig und Wien 1894. Seitenangaben im folgenden beziehen sich auf dieses Werk). — Névroses et idées fixes, Paris 1898.

kann. „Die Empfindung ist dasjenige, was im „Ich“ vorgeht, wenn ich sage „Ich fühle“, „Ich sehe“.“ „. . . . Die Ausdrücke „Ich fühle“, „Ich sehe“, sind ganz und gar nicht einer elementaren Erscheinung angepaſst, sondern bezeichnen im Gegenteil einen komplizierten Vorgang. Das eine der beiden Worte, nämlich „fühlen“, „sehen“, kann streng genommen auf einen einfachen Vorgang, auf ein psychologisches Atom bezogen werden. Der Physiologe Herzen sagte, daſs man das Gehirn mit einem groſsen, von unzähligen Gaslampen erfüllten Saal vergleichen kann. Von Zeit zu Zeit entzünden sich bestimmte kleine Lampen, von verschiedenen Seiten, und das ist es, was das Wort „fühlen“, „sehen“ an und für sich bezeichnet. Ganz anders verhält es sich mit den Worten, die den „Ich“-Begriff ausdrücken; es sind dies äuſserst zusammengesetzte Ausdrücke. Es ist das die Vorstellung des Persönlichen, d. h. die Vereinigung aller gegenwärtigen Empfindungen, die Erinnerung an alle vergangenen Eindrücke und die Fähigkeit, die zukünftigen Erscheinungen sich vorzustellen. Es ist dies die Kenntnis des eigenen Körpers, der eigenen Fähigkeiten, der gesellschaftlichen Stellung, der Bedeutung, kurz, eine Vereinigung moralischer, politischer und religiöser Ideen. Es ist dies eine Welt von Ideen, vielleicht die bedeutendste, die wir je kennen lernen werden; denn wir sind noch weit von ihrer Durchforschung entfernt. Es gibt also in dem Ausdruck „Ich fühle“ zwei Dinge, die darin gegenwärtig sind. Eine kleine neue psychologische Tatsache, eine kleine Lampe, die sich entzündet, das „Fühlen“, und eine riesige Menge von bereits geordneten Gedanken, das „Ich“. Diese beiden Dinge mischen und kombinieren sich, und wenn ich sage „Ich fühle“, so heiſst das, daſs der mächtige Persönlichkeitsbegriff diese kleine neue, eben entstandene Empfindung ergriffen und in sich aufgenommen hat. Ich möchte wagen, den nicht ganz widersinnigen Vergleich anzustellen, daſs das „Ich“ ein äuſserst gefräſsiges lebendes Wesen ist, eine Art „Amoebe“ die einen Fortsatz aussendet, um ein ganz kleines Wesen, die winzige Empfindung, die an ihrer Seite entstanden ist, zu ergreifen und in sich aufzunehmen“ (l. c. S. 31 f.).

Diese Arbeit der Einverleibung und Angliederung wiederholt sich bei jeder Empfindung, die in uns entsteht, und vollzieht sich daher während der Dauer des Wachens ununterbrochen. Jeder Empfindungsvorgang spielt sich in zwei, auch zeitlich von-

einander getrennten Stadien ab. Zunächst entstehen, jedoch stets unterhalb der Bewuſstseinsschwelle, die „Elementarempfindungen“. „Zweiter Zeitraum: Es vollzieht sich eine Vereinigung „und Zusammensetzung der Elementarphänomene; sie werden „untereinander und mit dem weiten vorhandenen „Ich“-Bewuſst- „sein verknüpft. Nach dieser Arbeit, nach dieser Einverleibungs- „tätigkeit können wir erst den Satz aussprechen: „Ich fühle.“

Liegt nun, wie bei der Hysterie, eine Schwäche des „Ich“-Bewuſstseins vor, so nimmt die Zahl der „Elementarempfindungen“, welche dem „Ich“-Bewuſstsein gleichzeitig einverleibt werden können, ab.

Zunächst zwar tritt kein Ausfall in Erscheinung. Denn das Individuum vermag die verschiedenen Eindrücke noch sehr schnell nacheinander seinem „Ich“-Bewuſstsein einzuverleiben. Erst wenn die seelische Veränderung im engeren Sinne, der Zerfall der Persönlichkeit, schon erhebliche Fortschritte gemacht hat, können Empfindungsstörungen auftreten. Ist das „Bewuſstseinsfeld“ sehr eng geworden, so kann der Kranke nur noch die wichtigsten Elementarempfindungen seinem „Ich“-Bewuſstsein einverleiben, wenn anders er nicht fortwährend hinter dem Lauf der Dinge zurückbleiben soll. Er gewöhnt sich immer mehr daran, Tast- und Muskelsinnsempfindungen, sowie die Empfindungen der Netzhautperipherie, welche ihm entbehrlicher erscheinen, nicht mehr ins „Ich“-Bewuſstsein aufzunehmen. Hätte er auch anfangs jene Empfindungen noch ins Bewuſstseinsfeld aufnehmen können, so weisen doch die Anforderungen des praktischen Lebens fortwährend in anderer Richtung, indem sie den Kranken zwingen, sein enges Bewuſstseinsfeld für die praktisch wichtigeren Eindrücke zu reservieren. Hieraus entwickelt sich mit der Zeit eine feste Gewohnheit, unter deren Herrschaft der Kranke schlieſslich überhaupt nicht mehr imstande ist, jene so lange und so stark vernachlässigten Eindrücke seinem „Ich“-Bewuſstsein einzuverleiben. Die Zerstreutheit hat sich in Anästhesie verwandelt.

Janet macht den Versuch, aus der Betrachtung des Entwicklungsganges der Hysterie die Beweise für die Richtigkeit dieser Konstruktion zu schöpfen. Im Anfang sollen Empfindungsstörungen nicht vorhanden sein. Auffallend sei hier nur die Gleichgültigkeit und Zerstreutheit gegenüber allem, was in den Bereich des Empfindungslebens gehört. In der zweiten Periode (bei den Spitalskranken 18.—25. Lebensjahr) seien die Anästhesien

noch veränderlich und durch Suggestion und Erregung umzugestalten. Erst nachdem der psychologische „Zerfallsvorgang“, die Krankheit des „Ich“-Bewufstseins, seine Höhe erreicht hat, nehmen die Empfindungsstörungen ausgeprägtere und konstantere Formen an.

Dies ist der Punkt, an welchem BINSWANGER[1] den Hebel seiner Kritik ansetzt. Nach seinen Erfahrungen entspricht diese schematische Gliederung der Empfindungsstörungen nach den Entwicklungsstadien der Hysterie nicht der Wirklichkeit. Jene Stigmata gelangen auch bei infantiler Hysterie zur Beobachtung (l. c. S. 787), und sie sind ferner, gleichgültig in welchem Lebensalter die Erkrankung ausbrechen mag, oft eines der am frühesten nachweisbaren Symptome, ja sie können das einzige zurzeit nachweisbare hysterische Symptom sein.[2] Sie finden sich bei ganz leichten und mittelschweren Fällen, bei denen kein Grund vorliegt, das Bestehen einer tiefgreifenden seelischen Veränderung, einen Zerfall der Persönlichkeit im Sinne JANETS, anzunehmen.

Hauptsächlich auf Grund derartiger Erfahrungen gelangt BINSWANGER zu einer Auffassung vom Wesen der Hysterie, welche von derjenigen JANETS wesentlich abweicht. Gibt es „elementare hysterische Krankheitssymptome, die „ganz für sich allein, gewissermassen losgelöst von jedem psychischen Elemente, bestehen können“ (l. c. S. 11), so läfst sich die Konstruktion, welche alle Erscheinungen aus der Abänderung einer hypothetisch angenommenen Funktion des höchsten Seelenlebens ableitet, nicht aufrecht erhalten. Jener mehr oder weniger vollständige Aus-

[1] Die Hysterie. Spec. Path. u. Ther. 12. Bd. 1. Hälfte, 2. Abt. Wien 1904. Von anderen Autoren, welche ähnliche Anschauungen vertreten, bzw. der BINSWANGERschen Lehre zustimmen, seien CRAMER und ZIEHEN genannt.

[2] So berichtet BINSWANGER (l. c. S. 812) u. a. über folgenden Fall: Es wird ihm eine junge Dame zugeführt, die angeblich durch eine anstrengende Ballsaison und gemütserschütternde Ereignisse nach Mitteilung des Hausarztes ganz akut an Hysterie erkrankt ist. Aufser ticartigen Zuckungen im linken Facialisgebiet, Tremor, choreiformen Bewegungsstörungen, bestanden ausgeprägte psychische Symptome, wie motivloser Stimmungswechsel, Weinausbrüche usw. Zufälligerweise hatte BINSWANGER Gelegenheit gehabt, das junge Mädchen vier Jahre früher zu untersuchen, zu einer Zeit, da noch niemand an das Bestehen einer Hysterie dachte. Die junge Dame klagte bei Gelegenheit eines Besuches ihrer damals in klinischer Behandlung befindlichen Tante über migräneartigen Kopfschmerz. Die Untersuchung ergab bei bilateral-symmetrischer Prüfung schon damals eine ausgesprochene, linksseitge kutane Hypästhesie und Hypalgesie.

fall im Gebiete Empfindungen läfst sich, wenn man künstliche Umdeutungen vermeidet, nicht anders auffassen, als ein Symptom einer „A- bzw. Hypofunktion in bestimmten funktionellen Rindenzentren". Die Hysterie kann schwerlich den Geisteskrankheiten im engeren Sinne zugerechnet werden; auf keinen Fall handelt es sich bei ihr um eine „isolierte Veränderung einer ganz besonderen Geistestätigkeit". Die hysterische Veränderung ist gleich der neurasthenischen von sehr viel allgemeinerer Art: sie kann sich auf sehr verschiedenartige Gebiete und Funktionen der Rinde erstrecken, und sie hat es keineswegs ausschliefslich mit den Vorgängen im höchsten Seelenleben zu tun.

Einer der kräftigsten Stützpunkte der Lehre Janets scheint noch der Tatsachenkreis der konzentrischen Gesichtsfeldeinengung zu sein. Auf diesem Gebiete — wir heben nur das später eingehender zu erörternde Orientierungsproblem hervor — vermag die Janetsche Lehre — so scheint es beim ersten Anblick — den Einzelheiten leichter gerecht zu werden als die Deutung der Erscheinungen als Symptom einer „A- bzw. Hypofunktion der Sinneszentren". In der Tat wird die zu erwartende Orientierungsstörung ausbleiben, wenn die „Elementarempfindungen", entsprechend der Annahme Janets, zur Regelung der Bewegungen auch dann ausreichen, wenn sie infolge der Störung jener synthetischen Funktion nicht mehr zur bewufsten Wahrnehmung gelangen. Allein dieser Vorzug der Janetschen Theorie dürfte sich, wie wir glauben, nur als ein scheinbarer herausstellen.

Alle Erklärungsversuche der k. G. E. zeigen, wie mir scheint, — mit einer sogleich zu nennenden Ausnahme — entweder mit der einen oder der anderen dieser beiden Ansichten eine enge Verwandtschaft.

Die Theorien, welche den Sitz der Störung in das periphere Sinnesorgan verlegen, und die die einzigen sind, welche sich diesem Schema nicht fügen, begegnen wohl gegenwärtig allseitigem Widerspruch. Sowohl die Anschauung von Graefes[1], welcher eine Erkrankung der äufseren Schichten der Netzhaut annahm, wie die Theorie von Wilbrand[2], der eine durch zentri-

[1] Vorträge aus der v. Graefeschen Klinik, zusammengestellt von Engelhardt. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* 1865, S. 265.

[2] Wilbrand und Saenger, Über Sehstörungen bei funktionellem Nervenleiden. Leipzig 1892. Wilbrand: Die Erholungsausdehnung des Gesichts-

fugale Einflüsse eintretende Herabsetzung der Assimilationsprozesse in der Netzhaut behauptet, ist nur an einzelnen Erscheinungen orientiert; der Mehrzahl der Einzelheiten, welche an dem Symptom der k. G. E. zu beobachten sind, werden diese beiden Theorien nicht gerecht. Dasselbe gilt von der Vermutung v. BECHTEREWS [1], der auf Grund allgemeinerer Erwägungen die k. G. E. auf eine durch sensible Hypästhesie bedingte Anämie der Netzhaut zurückführen zu können glaubt.

Die Autoren, welche die k. G. E. auf A.- bzw. Hypofunktion von nervösen Zentren oder Leitungsbahnen zurückführen, gehen bei der näheren Durchführung dieser Grundansicht in ihren Anschauungen auseinander. Wir werden innerhalb dieser gröfseren Gruppe zwei kleinere zu unterscheiden haben, von denen die eine positive Behauptungen aufstellt, während die andere diese Behauptungen als unzureichend nachzuweisen sucht, ihrerseits aber auf die Aufstellung positiver Ansichten verzichtet, da das Wesen der einschlägigen Erscheinungen hierzu noch nicht in hinreichender Weise geklärt sei.

Die Anschauung, welche die k. G. E. bei Hysterie nicht als eine primäre Störung der Empfindung, sondern als einen Ausflufs einer krankhaften Abänderung höherer psychischer Funktionen ansieht, hat gleichfalls zwei wesentlich verschiedene Ausprägungen erfahren. Die zugrunde liegende Störung ist nach der einen Ansicht formaler Art. Hierher gehört die Lehre JANETS von der Schwäche der „Ich"-Wahrnehmung und dem dadurch herbeigeführten „Mangel an psychologischer Synthese". Aufser dieser speziellen Ausprägung der formalen Ansicht ist noch diejenige von FR. SCHULTZE [2] zu nennen, welcher die k. G. E. lediglich als ein Symptom einer Aufmerksamkeitsstörung ansieht, als einen Ausflufs der Unfähigkeit, sich auf eine vorgelegte Aufgabe zu konzentrieren. Diese Ansicht wird in der Gegenwart, soviel ich sehe, nur in sporadischer und fragmentarischer Weise von einzelnen Autoren vertreten, insofern, als man bei der Besprechung einzelner Seiten der k. G. E. zuweilen auf die Möglichkeit ihrer Er-

---

feldes usw. Wiesbaden 1896. WILBRAND: Über die Gesichtsfeldmessung am Dunkelperimeter. *Monatsschr. f. Psychiatr. u. Neurolog.* 1.

[1] Über die Wechselbeziehung usw. *Neurologisches Zentralbl.* 1894. S. 252 u. 297.

[2] Weiteres über Nervenkrankheiten nach Trauma. *Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk.* 1891, S. 445.

klärung mit Hilfe von Aufmerksamkeitsstörungen hinweist. Eine allgemeine und wesentliche Bedeutung für das Zustandekommen dem Symptoms wird dieser Ansicht gegenwärtig, soviel ich sehe, von keiner Seite zuerkannt.

Die Herabsetzung der Fähigkeit, sich auf eine vorgelegte Aufgabe zu konzentrieren, ist sicherlich kein hervortretenderes Symptom der Hysterie, als der Neurasthenie. BINSWANGER z. B. beobachtet Aufmerksamkeitsstörungen vorwiegend bei Hystero-Neurasthenie und schreibt diese Erscheinungen in erster Linie den mit der Hysterie oft vergesellschafteten neurasthenischen Elementen zu (l. c. S. 307 ff.). v. FRANKL-HOCHWART und TOPOLANSKI[1] konnten nun aber in ihren ausgedehnten und eingehenden Untersuchungen über die k. G. E. dieses Phänomen bei reiner Neurasthenie niemals entdecken, während es von sehr vielen Autoren als eines der konstantesten, von manchen vielleicht geradezu als das konstanteste Symptom der Hysterie angesehen wird. Hierzu kommt, dafs KLIEN[2] neuerdings die Gesichtsfelder bei solchen Psychosen untersucht hat, bei denen die Herabsetzung der Aufmerksamkeit ein besonders hervortretendes Symptom darstellt. Kranke, welche infolge von epileptischen Dämmerzuständen, epileptischer Demenz, alkoholischem Delirium an Aufmerksamkeitsstörungen litten, boten begreiflicherweise auch eine Einengung des Gesichtsfeldes dar; doch stellten sich bei dieser Form der k. G. E. gegenüber der bei Hysterie beobachteten typische Unterschiede heraus. Vor allem sei hervorgehoben, dafs die Gesichtsfelder dieser Patienten, entsprechend der stark wechselnden Intensität ihrer Aufmerksamkeit, im Gegensatz zu den Gesichtsfeldern bei hysterischer Einengung eine sehr zackige Begrenzung aufwiesen. Ganz ähnliche Gesichtsbilder ergaben sich bei Normalen, bei denen die Aufnahmen im Zustande absichtlicher Unaufmerksamkeit vorgenommen worden waren.

Neben dieser formalen begegnen wir auch einer materialen Ausprägung der (im engeren Sinne) psychogenen Theorie. In dieser Weise wird man ja eine Anschauung charakterisieren können, welcher den Grund der k. G. E. nicht in einer Störung

---

[1] Zur Kenntnis der Augensymptome bei Neurosen. Beitr. zur Augenheilkunde, herausgeg. von DEUTSCHMANN, Bd. 2. 1893.

[2] Über die psychisch bedingten Einengungen des Gesichtsfeldes. *Arch. f. Psychiatrie* **42**. 1907.

des formalen Ablaufes gewisser psychischer Prozesse erblickt, sondern in der Herrschaft einer ganz bestimmten Vorstellung. Diese Anschauung wird vertreten von Klien (l. c.) Dieser Autor fühlt sich durch seine experimentellen Untersuchungen zu der Hypothese gedrängt, dafs beim Hysterischen die Vorstellung des „Krankseins“ vorherrscht, und dafs sich diese Vorstellung in dem Augenblick, in welchem der Kranke vor das Perimeter gesetzt wird, zu der Vorstellung des „Schlechtsehenkönnens“ spezialisiert. Wir kommen auf die Ausführungen des genannten Autors an späterer Stelle zurück.

Der Gang der Untersuchung zwingt den Verfasser, sehr gegen seinen Willen, zu einer Grenzüberschreitung des engeren Fachgebietes. Wenn im Folgenden eine Ansicht über das Wesen der k. G. E. entwickelt werden wird, so sei von vornherein bemerkt, dafs dies nur mit derjenigen Zurückhaltung geschehen soll, welche in solchen Fällen geboten ist. In weiten Gebieten der psychiatrischen Forschung macht sich das Bestreben bemerkbar, zum Verständnis der psychischen Krankheiten das normalpsychologische Experiment heranzuziehen. In einer solchen Zeit werden gelegentliche Grenzüberschreitungen auch von psychologischer Seite her wohl nicht ungerechtfertigt erscheinen. — Vor allem aber handelt es sich um eine Sache, die wir nicht tun oder lassen können. Die rein theoretischen Gesichtspunkte der Sinnespsychologie, von denen wir uns bei unseren Bestrebungen leiten lassen, enthalten einen Zwang zur Inangriffnahme jenes Problems. —

Wer als Grund des Symptoms nicht mit Janet eine Erkrankung des „Ich“-Bewufstseins, sondern mit Binswanger eine „A- bzw. Hypofunktion“ des Sinneszentrums ansieht, kann sich die Genese der Erscheinung immer noch in zweifacher, fundamental verschiedener Weise vorstellen.

Dafs der Patient nur mit der Fovea in einer dieselbe annähernd konzentrisch umgebenden Zone sieht, könnte man erstens durch die Annahme erklären, dafs die Herabstimmung der Funktion innerhalb des Sinneszentrums keine allgemeine, sondern nur eine lokale ist, und lediglich diejenigen Verbände von Nervenorganen betrifft, welche dem unempfindlichen Bezirk der Netzhautperipherie zugeordnet sind.

Die k. G. E. würde nach dieser Anschauungsweise auf einer

temporären funktionellen Herabstimmung oder Ausschaltung ganz bestimmter, örtlich begrenzter Bezirke der den optischen Funktionen dienenden Hirnteile, wahrscheinlich der Sehsphäre, beruhen. Die von der Peripherie her ausgelösten Wahrnehmungen sind nach dieser Anschauung gegenüber den von der Fovea und ihrer nächsten Umgebung herrührenden einfach unterwertig, in stärkerem Mafse, als diese unter normalen Verhältnissen wohl auch der Fall ist.

Das Charakteristische und Unterscheidende besteht in der Annahme, dafs gewisse — nur wegen der unvermeidlichen Fehlerquellen der Perimetriermethoden nicht mit unbedingter Sicherheit angebbare, prinzipiell aber jedenfalls bestimmte — Gebiete der Netzhaut ihre Empfindlichkeit einbüssen. Als Ursache der Störung kann man eine lokale Funktionsstörung der der Netzhautperipherie zugeordneten Rindengebiete annehmen.

Jedoch ist die letztere Annahme durch die gekennzeichnete Ansicht nicht notwendig gefordert. Man könnte sehr wohl auch an einen über die ganze Sehsphäre diffus ausgebreiteten funktionellen Krankheitsprozefs denken, wenn man die einigermafsen plausible Annahme hinzufügt, dafs die von der Peripherie herrührenden Wahrnehmungen, welche auch im normalen Zustande undeutlicher sind, als die durch die Fovea vermittelten, durch jenen Krankheitsprozefs auf einen noch viel tieferen Grad der Deutlichkeit herabgedrückt werden, als die von der Fovea oder den ihr benachbarten Partien ausgelösten Wahrnehmungen. Da aber die Sehschärfe der Fovea nicht in allen Fällen, sondern nur in einem Teil derselben herabgesetzt ist (Anaesthesia retinae), so müfste man es auf dem Boden dieser Anschauung doch wenigstens als wahrscheinlich bezeichnen, dafs die zugrundeliegende Funktionsstörung nicht diffuser, sondern lokaler Art ist.

Die Anschauung, dafs es sich bei der k. G. E. um eine primäre Aufhebung der Empfindlichkeit der Netzhautperipherie handele, — mag nun die zugrundeliegende Störung im Zentralorgan lokaler oder diffuser Art sein — tritt zuweilen, namentlich in der ophthalmologischen Literatur, in Gestalt einer der Diskussion gar nicht bedürftigen Voraussetzung auf.

Wenn man nur — so pflegt ohne weiteres angenommen zu werden — darauf achtet, dafs im Auge des Patienten jederzeit gleiche, d. h. gleichgestaltete, gleichgrofse und gleichhelle Netzhautbilder entstehen, so mufs sich immer dieselbe Kurve innerhalb der Netzhaut als Trennungslinie zwischen dem empfindenden und nichtempfindenden Gebiet ergeben, wie auch immer die Perimetriermethoden in ihren sonstigen, sekundären Eigenschaften von-

einander abweichen mögen. Ergeben sich jedoch bei Variierung dieser sekundären Faktoren ungeheure und konstante Differenzen zwischen den am selben Individuum und annähernd zur selben Zeit ermittelten Gesichtsfeldgrenzen, so ist, wenn der Einfluſs von Ermüdung ausgeschlossen werden kann, diese Erscheinung allzudunkel, als daſs man nicht an die Erklärung denken müſste, daſs das untersuchte Individuum einfach lügt. „Um aber der Objektivität der „Gesichtsfeldverengung sicher zu sein, muſs diese eben den „sonstigen physikalischen Gesetzen folgen: vor allem also bei „kampimetrischen Messungen je nach der Entfernung des Auges „vom Fixationspunkt eine entsprechende Änderung der Aus„dehnung zeigen."[1] Die k. G. E. kann unmöglich den elementarsten Naturgesetzen widersprechen.

Dieser Auffassung wird nun von einer groſsen Anzahl von Autoren, namentlich von solchen, welche dem neurologischen und psychiatrischen Spezialgebiet angehören, aufs eifrigste widersprochen. Unter Hervorhebung des fragmentarischen Charakters unseres psychologischen Wissens im allgemeinen, mit dem Hinweis auf unzweifelhaft festgestellte, mit jener Theorie unverträgliche Tatsachen im besonderen, wird vor voreiligen Schluſsfolgerungen gewarnt. Die Berufung auf die physikalischen Versuchsbedingungen sei nicht statthaft, weil bei der Genese der k. G. E. psychische Gesetze beteiligt sein könnten, von denen wir gegenwärtig keine Kenntnis besitzen. —

Wir fühlen uns gedrängt, darauf hinzuweisen, daſs das A. F. G. eine Nötigung enthält, das Problem der k. G. E. von neuem in Angriff zu nehmen.

Das A. F. G. lehrt ja, daſs ein- und dieselbe Netzhautstelle, wenn sie von ein- und demselben Netzhautbild betroffen wird, Empfindungen von sehr verschiedener Deutlichkeit liefert, je nachdem die s c h e i n b a r e Entfernung des Testobjektes vom Fixierpunkt relativ groſs oder relativ klein ist. Dieser Einfluſs der scheinbaren Gröſse machte sich aber nicht etwa erst bei sehr erheblichen Werten derselben geltend, sondern bereits in Fällen, wo die in Betracht kommende scheinbare Gröſse durchaus, oder noch nicht einmal, der bei den perimetrischen Untersuchungen

[1] SCHMIDT-RIMPLER, Über Gesichtsfeldermüdung und Gesichtsfeldeinengung, mit Berücksichtigung der Simulation (*Wiener Med. Wochenschr.* 45. Jahrg. 1895, Nr. 43).

in Betracht kommenden entsprach (KOSTERsches Gesetz). Daſs wir ein Objekt undeutlicher wahrnehmen, wenn es sich auf der Peripherie abbildet, als dann, wenn der Lichtreiz die Fovea trifft, hängt, wie das A. F. G. und das K. G. lehrt, im allgemeinen nicht nur von der Beschaffenheit des Aufnahmeorgans ab, sondern es sind hieran auch die besonderen Eigentümlichkeiten des Zentralorgans beteiligt. Die Undeutlichkeit von Wahrnehmungen mittels der Netzhautperipherie setzt sich im allgemeinen aus zwei Komponenten zusammen. Die von der Netzhautperipherie gelieferten Wahrnehmungen wären wahrscheinlich auch dann undeutlicher, wenn sich jene zweite, sicher zentrale Komponente völlig ausschalten lieſse. Denn die Undeutlichkeit der peripheren Wahrnehmungen dürfte sicher ihren Grund zum guten Teil in der relativen Armut und mangelhaften Entwicklung der Aufnahmeapparate, sowie ihrer nervösen Fortsetzungen und Endstationen haben. Die „II. Komponente“ hat mit der individuellen Beschaffenheit der Aufnahmeapparate und ihrer Fortsetzungen gar nichts zu tun.

Die Deutlichkeit der Wahrnehmungen konnte bei den Untersuchungen über das A. F. G. innerhalb weiter Grenzen verändert werden, wenn ganz allein Konstellationsverschiedenheiten eingeführt wurden, von denen allein die „II. Komponente“ betroffen wurde, während die getroffenen Netzhautstellen dieselben und das Netzhautbild das gleiche war.

Aus den Ergebnissen der experimentellen Untersuchung geht also hervor, daſs die Sehschärfe einer bestimmten Netzhautstelle eine Funktion nicht nur von e i n e r, sondern von z w e i unabhängigen Variabeln ist. Nach der herkömmlichen Ansicht ist sie eine Funktion nur von e i n e r unabhängigen Variablen, der funktionellen Tüchtigkeit der an der betreffenden Netzhautstelle befindlichen Aufnahmeapparate, der zugehörigen nervösen Leitungsbahnen und zentralen Endstationen.[1]

Auch wenn die funktionelle Tüchtigkeit der Aufnahmeapparate samt ihrer Fortsetzungen und zentralen Endstationen in allen Zonen der Netzhaut die gleiche wäre, würden die Wahrnehmungen der Peripherie hinter denen der Fovea unter dem Einfluſs

[1] Diese Komponente werden wir im folgenden im Gegensatz zu der anderen die „I.“ nennen. Wir können auch von der „virtuellen“ Sehschärfe der Netzhautperipherie sprechen (vgl. S. 162).

jener „II.“, sicher zentralen Komponente an Deutlichkeit zurückbleiben.

Wenn nun in einem Falle nervöser Erkrankung die Fähigkeit der Netzhautperipherie, Wahrnehmungen zu vermitteln, herabgesezt ist, so erhebt sich für jeden, der mit dem Inhalt des A. F. G. vertraut ist, die gebieterische Frage: welche der beiden Komponenten ist für die Gesichtsfeldeinengung verantwortlich zu machen? Einmal nämlich wäre es denkbar, daſs die Aufnahmeapparate, bezw. ihre Fortsetzungen und zentralen Endstationen, von einer bestimmten Zone der Peripherie an eine derartige Funktionsstörung erfahren haben, daſs sie nun auſserstande sind, Erregungen in normaler Weise aufzunehmen und weiterzuleiten. Nur um den Inhalt dieser Hypothese ganz deutlich hervortreten zu lassen, erlauben wir uns für einen Augenblick die Fiktion, es wäre möglich, durch eine — natürlich unausführbare — Operation einen derartigen exzentrischen Aufnahmeapparat in den Bereich der Makula zu verlegen, wobei der Aufnahmeapparat mit denselben Nervenfasern verbunden bleiben soll wie zuvor. Im Falle der Richtigkeit der genannten Hypothese würde jener Aufnahmeapparat seine Empfindlichkeit natürlich nicht wiedererlangen. Denn die Unempfindlichkeit dieses Apparates, bzw. dieses Systems, ist nach der in Rede stehenden Hypothese gegründet in seiner inneren Natur. Bezeichnen wir die Sehschärfe, welche ein Netzhautelement im Falle der Transposition in den Bereich der Makula zeigen würde, als „virtuelle“ Sehschärfe, so ist nach jener Hypothese die „virtuelle“ Sehschärfe im wesentlichen der „wirklichen“ gleich; auch die erstere ist gleich Null oder nahezu gleich Null.[1] Zweitens ist aber auch eine ganz andere Möglichkeit denkbar. Erinnern wir uns daran, daſs die Undeutlichkeit der von der Netzhautperipherie herrührenden Empfindungen nach dem A. F. G., namentlich bei beträchtlicher scheinbarer Gröſse des Objektes, schon beim Normalen z. T. daran liegt, daſs nur ein relativ beschränktes Gebiet gleichzeitig mit dem Fixierpunkt deutlich gesehen werden kann! Die k. G. E. könnte nun darauf beruhen,

[1] Völlige Gleichheit der beiden Werte wird man auch vom Standpunkt dieser Hypothese nicht voraussetzen dürfen, weil infolge der nach dem A. F. G. schon normalerweise bestehenden relativen Unüberschaubarkeit die wirkliche Sehschärfe hinter der virtuellen ein wenig zurückbleiben wird.

dafs der Bezirk, welchen ein derartiger Kranker gleichzeitig mit dem Fixierpunkt deutlich sehen kann, noch geringer ist als beim Normalen. Die scheinbare Unempfindlichkeit gewisser Netzhautelemente, bzw. ihrer Fortsetzungen, wäre eine Folge der Lage der betreffenden Aufnahmeapparate, nicht aber eine Folge der inneren Beschaffenheit. Gelänge es, jene fingierte Operation auszuführen, oder auch nur eine lokale Konzentration der Aufmerksamkeit auf die exzentrischen Stellen vorzunehmen, wäre man m. a. W. in der Lage, die „virtuelle" Sehschärfe zu prüfen, so könnte sich deren Wert von dem der „wirklichen" Sehschärfe sehr wohl erheblich unterscheiden. Behalten wir unsere bisherige Terminologie bei, so könnte man im Falle der Richtigkeit dieser Annahme sagen, dafs nicht die „I.", sondern die „II. Komponente" der Sehschärfe für die Störung verantwortlich sei. Trifft die angedeutete Hypothese zu, beruht das Symptom darauf, dafs der Kranke nun weniger gleichzeitig zu überschauen vermag, wie der Normale, so brauchen wir darum keineswegs mit JANET die Annahme zu machen, dafs die k. G. E. einer zugrunde liegenden Psychose, einer Erkrankung der „Ich-Wahrnehmung" entspringe. Wir müfsten vielmehr mit BINSWANGER eine „Hypofunktion" im Bereiche von Sinneszentren für die k. G. E. verantwortlich machen; denn es hat sich gezeigt, dafs der ganz Normale bei Prüfung mit entfernten und scheinbar ausgedehnten Objekten gleichfalls eine k. G. E. (im damals angegebenen Sinne) besitzt, und natürlich kann hier bei der Fernprüfung nicht plötzlich eine „Ich"-Schwäche auftreten.

Um Mifsverständnissen vorzubeugen, betonen wir mit besonderem Nachdruck, dafs im folgenden Ausdrücke wie „Beeinträchtigung des Überschauens", „Abänderung der II. Komponente der Sehschärfe" und dergl., immer nur besagen wollen, der Kranke könne weniger gleichzeitig deutlich sehen wie ein Normaler. Nur die Frage, ob das tatsächlich der Fall ist, soll uns hier beschäftigen. Ich lege aber ausdrücklich dagegen Verwahrung ein, dafs man in den genannten Bezeichnungen schon Hypothesen über den Ursprung der Beeinträchtigung des Überschauens erblickt. Der erste der beiden Ausdrücke z. B. meint also keineswegs, dafs eine optische Aufmerksamkeitsstörung[1] vorliege, ebensowenig wie der zweite die Voreingenommenheit er-

---

[1] Vgl. § 6.

zeugen will, die Störung beruhe nicht auf der Abänderung eines besonderen Aufmerksamkeitsvorganges, sondern auf einer gegenseitigen Beeinflussung der Empfindungen selbst. Der tiefere Grund für die Beeinträchtigung der Funktion des Überschauens kann in der nachfolgenden Untersuchung völlig dahingestellt bleiben.

Die k. G. E. bei Hysterie wäre — die Richtigkeit der genannten Hypothese vorausgesetzt — in einem gewissen Sinne ein Kunstprodukt. Die scheinbare Unempfindlichkeit der Netzhaut von einer gewissen Zone an würde darauf beruhen, dafs die Aufmerksamkeit des perimetrierten Kranken auf den Fixierpunkt gerichtet sein mufs, und dafs er wegen der „Abänderung der „II. Komponente" das vom Fixierpunkt bis zum Testobjekt reichende Gebiet des Perimeters innerhalb der Präsenzzeit nicht mehr zu überschauen vermag.

Wie der Entscheid ausfallen mag, der Inhalt des A. F. G. und des K. G. nötigt uns diese Frage aufzuwerfen. Man wird ferner nicht behaupten können, dafs diese Untersuchung darum überflüssig wäre, weil die Richtigkeit der herkömmlichen Anschauung von dem alleinigen Beteiligtsein der „I. Komponente" so selbstverständlich sei, dafs daran niemals gerüttelt werden könne. Die „II. Komponente" ist sicher zentralen Ursprungs. Warum soll sie bei einer Erkrankung, deren vorwiegend zentraler Charakter über jeden Zweifel erhaben ist, nicht affiziert sein?

Trotz der relativ geringen Zahl der Beobachter ergab sich im experimentellen Teil schon eine erhebliche Verschiedenheit in der Ausgeprägtheit des Aubert-Foersterschen Phänomens bei verschiedenen Individuen. Warum also sollte diese Komponente, die wahrscheinlich schon auf ziemlich komplizierten psychophysischen Prozessen beruht, nicht eine abnorme Gröfsenänderung erfahren können, da doch schon der Versuch an wenigen normalen Individuen so erhebliche individuelle Differenzen zutage fördert? Man wird zugeben, dafs vor Nachprüfung der Tatsachen das Beteiligtsein der „II. Komponente" nicht für unwahrscheinlicher erklärt werden darf als das der „I".

Wir wollen zunächst, um uns in der Folge kürzer ausdrücken zu können, eine Festsetzung treffen. Die Hypothesen über die k. G. E. sollen als „Hypothese I" bzw. „Hypothese II" bezeichnet werden, je nachdem die „I". oder die „II". Kompo-

nente für das Zustandekommen der k. G. E. verantwortlich gemacht wird.

Wir glauben nun an der Hand des z. Z. vorliegenden Tatsachenmaterials folgendes beweisen zu können:

1. Eine Reihe von Tatsachen folgt aus „Hypothese II" mit Notwendigkeit und in einfachster Weise, während diese Tatsachen mit „Hypothese I" unverträglich sind.

2. Einige Tatsachen lassen sich aus „Hypothese II" gleichfalls in einfacher Weise ableiten, während sie mit „Hypothese I" zwar nicht direkt unverträglich sind, aber doch mit ihrem Inhalt keinen Zusammenhang erkennen lassen und nur durch weitere, ad hoc eingeführte, und zum Teil abenteuerliche Hilfsannahmen erklärt werden können.

Unter dem Rest der Tatsachen konnte von uns keine aufgefunden werden, welche nicht gleich gut mit „Hypothese II" wie mit „Hypothese I" verträglich ist.

Die erste Gruppe enthält diejenigen Tatsachen, welche vor allen anderen jederzeit das höchste Erstaunen erweckt haben. Denn die „Hypothese I" liegt dem natürlichen Empfinden näher; eine Erscheinung, welche ihr widerspricht, pflegt darum Erstaunen hervorzurufen.

Die Grenzen der Gruppen werden im Laufe der Untersuchung nicht immer scharf gewahrt bleiben.

Wir behaupten nicht: „„Hypothese II" ist richtig, „Hypothese I" ist falsch", sondern: „das zurzeit vorliegende Tatsachenmaterial läfst „Hypothese II" als richtig, „Hypothese I" als falsch erscheinen."

Wir beginnen mit der Behandlung der ersten Gruppe.

§ 2.

a) A. v. Graefe nahm als Ursache der bei funktionellen Neurosen auftretenden k. G. E. — für ihn fällt sie unter den von ihm eingeführten Begriff der Anaesthesia retinae — eine Erkrankung der äufseren Schichten der Netzhaut an.

Was veranlafste den grofsen Forscher zu dieser Lehre? — Er hatte beobachtet, dafs bei diesen Kranken, im Gegensatz zu Fällen von Sehnervenatrophie, das Druckphosphen auch an denjenigen Stellen ausgelöst werden kann, welche für den gewöhnlichen Lichtreiz nach den Resultaten der perimetrischen Untersuchung unempfindlich sind. Beim Druckphosphen wirke der

Reiz direkt auf die Nervenfasern ein, und die Leitungsunterbrechung komme nicht zur Geltung. [1]

Gegen die periphere Bedingtheit der k. G. E. bei Hysterie sind so zahlreiche und so triftige Gründe ins Feld geführt worden, daſs man heute unmöglich auf die theoretischen Anschauungen von Graefes zurückgreifen kann. Aber die von ihm beobachtete Tatsache bleibt bestehen, und die Theorien, welche den zentralen Ursprung der k. G. E. behaupten, müssen sich mit ihr abfinden.

Es ist schwer zu begreifen, wie dies der „Hypothese I“ gelingen soll. Man wird sich nur schwer zu der unwahrscheinlichen Annahme entschlieſsen können, daſs das Druckphosphen heller sei, stärker vom Grunde kontrastiere und darum die Aufmerksamkeit im höheren Grade auf sich ziehe, als das weiſse Testobjekt auf dem schwarzen Grunde des Perimeters. Purkinje [2], dessen Aussagen in allen subjektive Beobachtungen betreffenden Fragen so groſses Gewicht besitzen, bezeichnet die Druckbilder stets als „matt“-leuchtende Figuren. Ist die Helligkeit der Bilder schon eine relativ geringe, wenn ein höchst erfahrener und ganz speziell eingeübter Forscher die Erscheinung im Interesse wissenschaftlicher Beobachtung an seinem eigenen Auge mit möglichster Deutlichkeit hervorruft, so wird das um so eher dann der Fall sein, wenn der Arzt das Druckphosphen zum Zwecke der Untersuchung an einem — wirklich oder vermeintlich — erkrankten und schonungsbedürftigen Sehorgan auslöst, und wenn das Auge noch dazu unterempfindlich ist. So finden wir denn auch bei Schmidt-Rimpler (Die Erkrankungen usw. S. 263), welcher auf dem Boden der „Hypothese I“ steht, und die v. Graefesche Beobachtung auch anführt, für diese merkwürdige Tatsache keine Erklärung.

Der „Hypothese II“ bereitet dieses Phänomen keine Schwierigkeiten. Das Abhandenkommen, bzw. die Verminderung der Fähigkeit, ein Feld von gewisser — wirklicher oder scheinbarer — Ausdehnung simultan zu überschauen, kann eben nur bei der perimetrischen Untersuchung in Erscheinung treten, bei welcher diese Aufgabe an den Kranken herantritt, weil er hier gleichzeitig den Fixierpunkt festzuhalten und zu beachten hat.

---

[1] Vorträge aus d. v. Graefeschen Klinik, zusammengestellt von Engelhardt. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* **3**, 1865, S. 262 ff.

[2] Beobachtungen und Versuche zur Physiol. der Sinne, 2. Bändchen, 1825, S. 111 ff.

b) Wir kommen zu einem zweiten Punkt. Von jeher hat es die untersuchenden Ärzte in Erstaunen gesetzt, daſs Individuen mit hochgradiger Gesichtsfeldeinengung keinerlei Störung im Gebiete des räumlichen Orientierungsvermögens darbieten, daſs sie sich nicht minder geschickt und unbehindert im Raume bewegen, wie der Gesunde, während Patienten mit anscheinend geringeren Gesichtsfelddefekten, aus peripherer oder anderweitiger organischer Ursache, eine sehr merkbare Beeinträchtigung dieser Fähigkeit erfahren.

Diese Erscheinung wird von fast sämtlichen Autoren, die sich mit der k. G. E. beschäftigt haben — auch von den deutschen — als besonders überraschend und beachtenswert hervorgehoben. Hören wir, um nur ein Beispiel herauszugreifen, die Schilderung von Janet (l. c. S. 15 ff.):

„Es gibt eine den Augenärzten wohl bekannte Erkrankung, „die Retinitis pigmentosa, die in einer fortschreitenden zentri„petal vorrückenden Sklerose der Netzhaut besteht. Es ist selbst„verständlich, daſs eine derartige Erkrankung eine fortschrei„tende und konzentrische Einengung des Gesichtsfeldes erzeugt. „Die Kranken werden dadurch in eine furchtbare Lage versetzt. „Sie können sich nur mit Mühe auf der Straſse bewegen und „machen fortwährende Anstrengungen, das Auge, dessen Ge„sichtsfeld eingeschränkt ist, nach allen Richtungen hin zu be„wegen. Kommen derartige qualvolle Zustände auch bei Hyste„rischen vor? Müssen auch sie ihre Gesichtsfeldeinschränkung „durch krampfhafte Bewegungen des Augapfels auszugleichen „trachten? Ganz im Gegenteil; ich habe oft junge Mädchen, die „ein auf 5° eingeengtes, nahezu punktförmiges Gesichtsfeld hatten, „ganz so wie Gesunde, im Hof Ball spielen gesehen. Sie ver„folgen den Ball in der Luft und erhaschen ihn im Fluge, „während ein an Retinitis pigmentosa leidender Kranker mit „einem Gesichtsfeld von 15° sich kaum auf der Straſse halten „kann.“

Wilbrand (l. c.), der die k. G. E. nicht für ein rein zentrales Symptom hält, glaubt allerdings jene merkwürdige Tatsache erklären zu können. Nach seiner Hypothese findet bei Hysterie ein hemmender Einfluſs auf die Ursprungsstellen der zentrifugalleitenden optischen Bahnen statt, unter dessen Herrschaft die Produktion der für die Netzhautprozesse erforderlichen chemischen Substanzen, sei es bezüglich der Menge oder der Qualität, unzu-

reichend wird. Dafs sich diese Unterwertigkeit nur am Perimeter zeigt, in den Handlungen der Kranken aber nicht merkbar wird, liegt nach Wilbrand an dem ständigen Wechsel zwischen Licht und Schatten, welcher bei der Bewegung im Raum auch für die „unterwertige Netzhaut" jederzeit ausreichende Erholungsmomente herbeiführt.

Nun ist freilich die Grundansicht von W., welche nur an einer kleinen Gruppe, noch dazu recht vieldeutiger Erscheinungen, gebildet ist, die überwiegende Mehrzahl der Einzelheiten aber nicht zu erklären vermag, nahezu einstimmig zurückgewiesen worden. Aber selbst wenn jene Theorie zu dem Gros der Erscheinungen besser stimmte, als es in Wirklichkeit der Fall ist, so müfsten wir uns wohl der Ansicht Deutschmanns anschliefsen, welche Binswanger (l. c. S. 216) im zustimmenden Sinne zitiert: „Wenn eine Patientin mit allgemeiner Einengung bis auf 5° „trotzdem in einem Saale sich gut orientieren kann, so ist das „nicht auf den Wechsel von Licht und Schatten oder das Sehen „grofser Objekte zu beziehen, sondern es beruht auf der Eigen„heit der hysterischen Erkrankung."

Sehen wir noch etwas genauer zu!

Die Gesichtsfeldperimeter pflegen an der dem untersuchten Auge zugekehrten Seite geschwärzt zu sein. Als Testobjekt bedient man sich einer hellen Marke (z. B. v. Frankl-Hochwart und Topolanski: weifses Quadrat von der Seitenlänge 1 cm). Nur selten werden sich unter den gewöhnlichen Verhältnissen des täglichen Lebens Gegenstände auf der Netzhautperipherie abbilden, welche ebenso stark vom Hintergrunde kontrastieren und darum gleich günstige Bedingungen für ihre Wahrnehmbarkeit darbieten. — Allerdings ist das Netzhautbild, welches von der Marke geliefert wird, in der Regel kein sehr grofses. Bei v. F.-H. u. T. z. B., denen wir eine besonders ausgedehnte und eingehende Untersuchung über die k. G. E. verdanken, erschien die 1 qcm grofse Marke in der Entfernung von 35 cm, da der Durchmesser des von jenen Forschern benutzten Perimeters 70 cm betrug. Es mufs zugegeben werden, dafs im gewöhnlichen Leben oft gröfsere Bilder auf der Netzhautperipherie entworfen werden.

Nun ist es allerdings eine seit langem bekannte Tatsache, dafs in der Fovea die Wahrnehmbarkeit von Lichtreizen nicht nur von ihrer absoluten Intensität und dem Kontrast gegenüber

dem Hintergrunde abhängt, sondern auch von der räumlichen Ausdehnung des Lichtreizes. Dieser Satz gilt aber in dieser Allgemeinheit, wie PIPER [1] gezeigt hat, nicht für die Netzhautperipherie. Dieser Autor fafst das Ergebnis seiner Untersuchungen über die periphere Sichtbarkeit von hellen Quadraten verschiedener Gröfse dahin zusammen, dafs der Reizwert eines Objektes für die dunkeladaptierte Netzhautperipherie nicht nur mit der ausgestrahlten Lichtintensität, sondern auch mit der Flächengröfse seines Netzhautbildes deutlich und nicht unerheblich [2] zu- resp. abnimmt, dafs dagegen im Falle der helladaptierten Netzhautperipherie die absolute Unterschiedsschwelle nur eine Funktion der Lichtintensität ist, von einer Änderung der Flächengröfse des Objektes dagegen nicht betroffen wird. [3]

---

[1] Abhängigheit des Reizwertes leuchtender Objekte von ihrer Flächen- bzw. Winkelgröfse. *Zeitschr. f. Psychol.* **32.** Daselbst auch Bericht über die Literatur betreffs der entsprechenden Verhältnisse in der Fovea.

[2] Der Reizwert eines Objektes für die dunkel adaptierte Netzhautperipherie wächst proportional mit der Quadratwurzel der Flächengröfse des Netzhautbildes an.

[3] Im Widerspruch zu diesem Satze scheint ein Ergebnis von AUBERT und FOERSTER zu stehen, wonach die Gröfse der Zonen, innerhalb deren die Getrenntheit zweier Punkte wahrgenommen wird, nicht nur von der Distanz dieser Punkte, sondern auch von ihrer Gröfse abhängt. PIPER sucht den Widerspruch durch den Hinweis darauf zu lösen, dafs A. u. F. bei dieser Untersuchung von foveal abgebildeten Objekten allmählich zu solchen übergingen, deren Bilder mehr und mehr über das Gebiet der Fovea hinausgriffen. Allerdings sagt AUBERT auf S. 245 seiner „Physiologie der Netzhaut" bei der dem Bericht über die in Rede stehenden Versuche unmittelbar vorausgehenden Beschreibung des Perimeters, dafs man das Objekt vom Zentrum aus „allmählich nach der Peripherie schiebt". In der Originalarbeit (A. und F., Untersuchungen über den Raumsinn der Retina. *Arch. f. Ophth.* **3,** 2) wird aber auf S. 15 bemerkt, dafs die Objekte vom Rande aus nach dem Fixierpunkte hin bewegt wurden. — Die Untersuchungsmethoden von A. und F. einerseits, P. andererseits, unterscheiden sich aber in einer anderen wichtigen Hinsicht. Bei P. kommt es auf die blofse Wahrnehmung des „Erscheinens" eines Objektes im Gesichtsfeld an, bei A. und F. dagegen auf das Erkennen einer bestimmten Einzelheit an dem bereits als unzweifelhaft im Gesichtsfeld vorhanden wahrgenommenen Objekte. Vielleicht hängt mit dieser Verschiedenheit der Unterschied der Ergebnisse zusammen. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dafs sich das von P. benutzte Kriterium mit dem bei der klinischen Perimetriermethode benutzten genauer deckt, als das von A. und F. verwendete, und dafs somit für uns an dieser Stelle die Arbeit von P. mafsgeblicher sein mufs als diejenige von A. und F.

Eine Bestätigung erhalten unsere Überlegungen durch die erwähnte Beobachtung von JANET. Der Ball in der Luft liefert sicher kein so sehr ausgedehntes Netzhautbild, daſs er lediglich wegen dieses Umstandes den Patientinnen, deren Gesichtsfeld am Perimeter eine so eminente Einengung aufweist, sichtbar werden könnte.

Ferner ist zu beachten, daſs jene Kranken auch nicht einmal eine Andeutung einer Orientierungsstörung darbieten.

Endlich liegt zu der Annahme kein Grund vor, daſs sich der Patient im Falle der perimetrischen Untersuchung und bei dem für die Orientierung in Betracht kommenden peripheren Sehen verschiedener Kriterien bediene. Ein solcher Einwand wäre berechtigt, wenn man am Perimeter die Bewegung erst in dem Zeitpunkt unterbräche, in welchem soeben deutlich die Empfindung „Weiſs" hervorgerufen wird. Zum Zwecke der Orientierung hingegen kommt es nur auf das Bemerktwerden, nicht auf die Wahrnehmung der Qualitäten an. v. F.-H. und T. heben nun aber in ihrer Arbeit ausdrücklich hervor, daſs sie vom Patienten die Angabe verlangten, wenn er überhaupt zum ersten Male wahrnimmt, daſs sich am Rande des Gesichtsfeldes etwas bewegt, nicht aber, wenn ein „weiſses" Blättchen gesehen wird.

Besteht aber das primäre Symptom der k. G. E. gar nicht in einer Hypofunktion der Netzhautperipherie (im Sinne einer Beeinträchtigung der ersten Komponente) oder der ihr entsprechenden Sehsphärenregion, so ist die gute Orientierungsfähigkeit der Hysterischen sehr wohl verständlich.

Diese Patienten mit hochgradig eingeengtem Gesichtsfeld sehen eben für gewöhnlich gar nicht wie durch eine mit dem Auge fest verbundene und durch ein kleines Diaphragma abgeschlossene Röhre, sondern immer nur dann, wenn man sie vor das Perimeter setzt und sie zwingt, ihre Aufmerksamkeit während der Dauer des Versuches auf den Fixierpunkt zu konzentrieren. Nicht einmal zu dem abgeschwächten Vergleich haben wir einen Grund, daſs der Patient jederzeit wie durch eine im Zentrum klare, an den Rändern angelaufene Brille sieht. Es liegt überhaupt keine spezifische Störung der von der Peripherie zu vermittelnden Empfindungen vor. Die primäre Störung besteht nur darin, daſs der Kranke gleichzeitig immer nur einen kleinen Teil des Gesichtsfeldes deutlich sieht. Solange der Kranke am Perimeter untersucht wird, ist seine Aufmerksamkeit dem Fixier-

punkt zugewandt, den er ja nicht aus dem Auge verlieren darf. Es werden alsdann, prinzipiell genau wie beim normalen Individuum in den AUBERTschen Versuchen, nicht mehr von allen denjenigen Netzhautelementen Empfindungen geliefert, welche unter anderen Umständen noch sehr wohl deutliche Wahrnehmungen zu vermitteln imstande sind. Auch beim Normalen, so lehrte die experimentelle Analyse des A. F. G., kann ein peripheres Objekt lediglich darum undeutlich sein, weil seine scheinbare Entfernung vom Fixierpunkt zu groſs ist, weil die Fläche, der sich die Aufmerksamkeit gleichzeitig zuwenden muſs, eine zu erhebliche scheinbare Ausdehnung besitzt.

Ganz anders liegen die Dinge bei der Bewegung durch den Raum. Die strenge Fixation und die andauernde Konzentration der Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Feld entspricht nicht dem natürlichen Verhalten. Für gewöhnlich „wandert" sozusagen unsere Aufmerksamkeit, sowohl die willkürliche wie die unwillkürliche, auf der ganzen Netzhaut, bzw. im ganzen Sehfeld, herum. So oft wir einen Gegenstand, der sich zuvor auf der Netzhautperipherie abgebildet hatte, anblicken, ist das ein Zeichen dafür, daſs ein peripher gelegener Teil der Netzhautbilder unsere Aufmerksamkeit erregt hatte. Dort befand sich also momentan ein Maximum der Aufmerksamkeit. Wer die, allerdings unbewiesene und unwahrscheinliche Annahme macht, daſs das Maximum der Aufmerksamkeit in jedem kleinsten Zeitmomente auf dem zentral gesehenen Orte ruhe, muſs für jene Netzhautstelle wenigstens ein relatives, ein zweites kleineres Maximum einräumen. Wir haben nun aber im experimentellen Teil bei der Schilderung des Mikropsieversuches gesehen, welchen Einfluſs die Verlegung eines solchen Maximums oder eines relativen Maximums auf die Gröſse des simultan übersehenen Feldes auszuüben vermag.

Diese „Wanderung" vollzieht sich nun während der Bewegung im Raum fortwährend, und im buchstäblichen Sinne mit der Geschwindigkeit des Augenblicks. Ebenso rasch aber wechselt beim Hysterischen mit k. G. E. der relativ deutlich sehende Bezirk auf der Netzhaut seinen Ort. Immer da, wo sich gerade ein Maximum der willkürlichen oder unwillkürlichen Aufmerksamkeit befindet, wird deutlich perzipiert. Der Kranke wird sich nicht minder geschickt im Raume bewegen wie ein Gesunder. Er wird im schlimmsten Falle von den an die „Maxima" an-

grenzenden Regionen immer nur einen kleineren Teil relativ deutlich sehen, als der Normale.

Ganz ähnlich stellt sich JANET von seinen, allerdings ganz anders gearteten Anschauungen aus, gewisse Vorgänge im Anfangsstadium der Hysterie vor, in welchem die „Geisteskrankheit" die Störung des „Ichbewufstseins", die Schwäche der „Ichwahrnehmung" schon besteht, ohne jedoch äufserlich in Erscheinung zu treten: „Stellen wir uns nun ein Indi-„viduum vor, das in einem gegebenen Augenblick nur drei Elementar-„empfindungen in sich aufnehmen kann: z. B. V V' A und alles übrige „unterhalb der Bewufstseinsschwelle läfst. Man würde nun erwarten, dafs „in dem Bewufstsein desselben eine beträchtliche Lücke entsteht. Das „ist aber keineswegs der Fall; denn im nächsten Augenblick kann das Indi-„viduum mit Leichtigkeit durch Lenkung der Aufmerksamkeit in eine „andere Bahn, die Wahrnehmung der bis dahin vernachlässigten Tast-„empfindungen, und wieder in einem anderen Moment auch die Muskel-„sinnsempfindungen dem „Ich"-Bewufstsein einverleiben. Der Mensch wird „z. B. im ersten Augenblick eine mit ihm sprechende Person sehen und „hören, ohne sich um die gleichzeitig zuströmenden Tastempfindungen „zu bekümmern. Im zweiten Moment würde er einen Gegenstand, den er „berührt, wahrnehmen und die Tastempfindungen in sich aufnehmen, ohne „dafs die umgebenden Geräusche ihm zum Bewufstsein gelangen. Im dritten „Moment wird er nach dem Diktat schreiben und dabei den Klang der „Stimmen, das Buchstabenbild und die Muskelbewegungen wahrnehmen. „In einem solchen Falle kann es, dank der Abwechslung der Wahrnehmungen, „nicht zu wirklichen Anästhesien kommen."

Allerdings sollte man hiernach wenigstens erwarten, dafs die Kranken mit hochgradig eingeengtem Gesichtsfeld wegen der geringen Gröfse des von ihnen simultan übersehbaren Feldes wenigstens eine Einbufse an Schnelligkeit und Sicherheit ihres Orientierungsvermögens erleiden.

Es ist jedoch zu beachten, dafs aufser dem eben genannten Moment noch ein zweiter Umstand vorhanden ist, welcher es begreiflich erscheinen läfst, dafs die Kranken in Wirklichkeit nicht so günstig abschneiden, wie man auf Grund des Perimeterbefundes erwarten könnte.

Dieses zweite Argument ergibt sich aus einer weiteren Eigenschaft des hysterischen Gesichtsfeldes, welche darin besteht, dafs die Einengung um so stärker ist, je mehr die Aufmerksamkeit durch anderweitige Beschäftigung verhindert wird, sich auf die seitlichen Teile des Gesichtsfeldes zu konzentrieren. Diese Eigenschaft kommt allerdings dem nicht eingeengten Gesichtsfeld

gleichfalls zu. Sante de Sanctis[1] untersuchte, wie weit ein Objekt von der Peripherie nach dem Zentrum vordringen mufs, um bemerkt zu werden, wenn die Aufmerksamkeit auf das Sehfeld gerichtet ist, und wie die analogen Verhältnisse sich gestalten bei Ablenkung der Aufmerksamkeit vom Sehfeld. Das Ergebnis kann man sich annähernd veranschaulichen durch zwei konzentrische Kreise, von denen der innere den Bezirk andeutet, innerhalb dessen das Beobachtungsobjekt bei abgelenkter Aufmerksamkeit wahrgenommen wird, während der äufsere zeigt, wieviel eher der von der Peripherie des Sehfeldes dem Zentrum genäherte Gegenstand erkannt wird, wenn die Aufmerksamkeit dem Gesichtsfeld zugewandt ist.

Janet hat am Perimeter Versuche sehr ähnlicher Art angestellt, wobei er die Erscheinung bei Hysterischen mit Gesichtsfeldeinengung aufserordentlich viel ausgeprägter fand als bei normalen Individuen. Bei diesen Versuchen wurde im Mittelpunkt des Perimeters ein Stückchen Papier befestigt, auf dem sich einige klein beschriebene Zeilen oder einige Zahlen befanden. Die Gesichtsfeldaufnahme erfolgte nun, während der Kranke gemäfs einer an ihn ergangenen Aufforderung die Zeilen las oder mit den aufgeschriebenen Zahlen im Kopfe eine arithmetische Operation ausführte. Ein Gesichtsfeld von 40° wurde hierdurch auf 10° eingeengt, andere Gesichtsfelder entsprechend von 80° auf 20°, von 65° auf 30°, von 30° auf 15°. Bei der Mehrzahl der von Janet untersuchten gesunden Menschen trat unter diesen Umständen keine Änderung der Gesichtsfeldgrenzen ein; nur bei einzelnen zeigte sich eine Einschränkung von 5—10°.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dafs auch bei diesen Versuchen die Aufmerksamkeit verhindert wird, sich mit der bei der gewöhnlichen Perimetriermethode verfügbaren Stärke auf die seitlichen Teile des Gesichtsfeldes zu konzentrieren. Die Aufmerksamkeit wird hier zum Teil vom Gesichtsfelde überhaupt abgelenkt, zum anderen Teil vom Fixierpunkt und den an ihm wahrzunehmenden Details absorbiert; bei der Ausführung arithmetischer Operationen dürfte wohl die erstere, beim Lesen der Zeilen die letztere Wirkung überwiegen. Dafs sich der Gesunde und der Hysterische solchen Versuchen gegenüber tatsächlich

---

[1] Lo studio dell' attenzione conativa. Atti della soc. romana di antropologia Bd. IV, Heft 2.

verschieden verhalten müssen, ergibt sich aus unseren allgemeinen Anschauungen wieder auf natürliche Weise. Der Gesunde vermag an dem unmittelbar vor ihm aufgestellten Perimeter die wegen der geringen Entfernung klein erscheinende Distanz zwischen Fixierpunkt und Testobjekt leicht zu überschauen. Er wird hierzu selbst dann immer noch fähig sein, wenn die Aufmerksamkeit stärker als bei der gewöhnlichen Art des Fixierens von den seitlichen Gebieten des Sehfeldes abgelenkt wird. Feinere Unterschiede können auch bei der Roheit des Kriteriums, welches in der Anzeige des Auftauchens eines Gegenstandes im Gesichtsfelde besteht, nicht in Erscheinung treten. Der Ort des Auftauchens ist im wesentlichen von der „I. Komponente" der peripheren Sehschärfe, der Empfindlichkeit der Netzhautelemente abhängig. Ganz anders bei dem eingeengten Gesichtsfeld. Hier ist der Ort des Auftauchens sogar schon bei der gewöhnlichen Art der Fixation nicht wesentlich von der „I.", sondern von der „II." Komponente abhängig. Es ist aber verständlich, dafs die Fähigkeit des Simultanüberschauens die schon bei der gewöhnlichen Art des Perimetrierens im Gegensatz zum Fall des Gesunden aufs äufserste in Anspruch genommen ist, noch weiter abnehmen wird, wenn man Bedingungen einführt, welche geeignet sind, die Aufmerksamkeit von den seitlichen Teilen des Gesichtsfeldes abzuziehen. Bei dem Versuche von Janet wird ja die Aufmerksamkeit teils vom Gesichtsfeld überhaupt abgelenkt, teils vorwiegend durch die am Orte des Fixierpunktes befindlichen Einzelheiten absorbiert.

Dieses letztere Moment wird im weiteren Zusammenhang eine besondere Bedeutung besitzen. Ein anderer Versuch von Janet scheint mir nun dadurch bedeutsam zu sein, dafs in ihm dieses letztere Moment zu isolierterer Wirksamkeit gelangt. Janet konstatierte an einer Kranken ein Gesichtsfeld von 15°, während sein damaliger Chef das Gesichtsfeld für beinahe normal erklärt hatte. Es stellte sich heraus, dafs die Verschiedenheit der von beiden Ärzten benutzten Perimeter für den Unterschied der Resultate die Verantwortung trug. Janet hatte ein tragbares, aus einem einfachen Kreisbogen von Holz bestehendes Perimeter benutzt, den er im Mittelpunkte mit der linken Hand festhielt. Er hatte diese Kranke schon oftmals hypnotisiert, und sie richtete daher, einer hierdurch erzeugten Gewohnheit folgend, ihre Aufmerksamkeit — wie gebannt — auf die Hand des Untersuchen-

den. Wurde nun aber ein weniger einfacher, auf einem Träger festsitzender Apparat benutzt, so betrachtete das Individuum den Mittelpunkt mit geringerer Aufmerksamkeit und zeigte ein — wenn auch nicht normales — so doch wesentlich gröſseres Gesichtsfeld (l. c. S. 62). JANET zieht aus dieser Beobachtung, welche ein ihm befreundeter Arzt in unabhängiger Weise gleichfalls gemacht hatte, wohl mit Recht den Schluſs, daſs der Betrag der Einengung von der Intensität, mit welcher sich die Aufmerksamkeit dem Fixierpunkt zuwendet, nicht unabhängig ist.

Bei diesem Versuche war die Konzentration der Aufmerksamkeit auf den Fixierpunkt stärker als bei der gewöhnlichen Art des Perimetrierens, und das Gesichtsfeld wurde gleichzeitig enger. Sollte es nicht umgekehrt Versuchsbedingungen geben, welche einerseits bewirken, daſs sich die Aufmerksamkeit dem Fixierpunkt weniger stark zuwendet, als beim normalen Perimetrieren und die dabei andererseits vielleicht eine Erweiterung der Gesichtsfeldgrenzen herbeiführen?

JANET teilt mit, daſs der Ätherrausch auf das Gesichtsfeld erweiternd wirkt (l. c. S. 61). Die Annahme liegt, wie mir scheint, wenigstens nicht fern, daſs die Kranke im berauschten Zustande ihre Aufmerksamkeit dem Fixierpunkt nicht mit solcher Intensität zuwendet wie zu Zeiten der Nüchternheit.

Auf Grund derselben Prinzipien dürfte sich auch eine Beobachtung von BÖTTIGER[1] erklären. Dieser Autor findet, im Gegensatze wohl zu sämtlichen anderen Forschern, bei Hysterie beinahe niemals stärkere Gesichtsfeldeinengungen. Er vermeidet jedoch aus Furcht vor Suggestion die Anstellung gründlicher Untersuchungen und prüft das Gesichtsfeld nur mit der bewegten Hand. Ob der Kranke hierbei eine Instruktion erhält, oder ob auch die Erteilung einer solchen zur Vermeidung von Suggestion unterlassen wird, geht aus den Ausführungen nicht hervor. Mag nun der Kranke den Auftrag erhalten, sein Auge unbewegt zu lassen, oder mag sich der Untersuchende darauf beschränken, einen günstigen Moment abzupassen, in jedem Falle dürften die Versuchsbedingungen hier danach angetan sein, daſs nicht mit so konzentrierter Aufmerksamkeit beobachtet wird, wie am

[1] Wahre und falsche Stigmata der Hysterie. Vortr. im ärztl. Ver. Hamburg. *Neurol. Zentralbl.* 1904, S. 131.

Perimeter, zumal da der Autor ausdrücklich erklärt, eine genaue Untersuchung zu vermeiden.

Auch eine von Pagenstecher[1] angestellte und von Groenouw (l. c.) bestätigte Beobachtung dürfte vielleicht hierher gehören. Ein konzentrisch eingeengtes Gesichtsfeld erfährt hiernach bei Bewaffnung des Auges mit einer blauen Brille oft eine starke Erweiterung und zwar auch bei Kranken, die durchaus nicht lichtscheu sind (Groenouw). Der Effekt ist jedoch nicht konstant. Bei einzelnen Individuen vermag die dunkle Brille das Gesichtsfeld sogar ein wenig zu verengern.

Erstens hebt sich hier das Fixierzeichen nicht so scharf vom Hintergrunde ab, wie bei der Beobachtung mit unbewaffnetem Auge; und man geht vielleicht nicht fehl mit der Annahme, dafs sich die Aufmerksamkeit dem Fixierzeichen wegen der geringeren Eindringlichkeit des von ihm erzeugten Eindrucks nicht mit solcher Intensität zuwende, als dann, wenn sich dasselbe gut und scharf vom Hintergrunde abhebt und sich dem Kranken gewissermafsen aufdrängt. Zweitens kommt vielleicht auch der Umstand in Betracht, dafs etwaige am Perimeter sichtbare Details bei Benutzung der blauen Brille verschwinden, bzw. undeutlicher werden, oder wenigstens die Aufmerksamkeit in geringerem Mafse auf sich ziehen. Die blaue Brille scheint also diejenigen Faktoren schwächen zu können, welche eine Absorption der Aufmerksamkeit herbeiführen. Dafs sich bei diesem Versuche individuelle Differenzen ergeben, ist hiernach gleichfalls verständlich.

Diese Versuche, welche dartun, dafs beim eingeengten Gesichtsfeld der Grad der Einengung nicht unabhängig ist von der Intensität, mit der sich die Aufmerksamkeit dem Fixierpunkt zuwendet, sind unserer Ansicht nach für die Frage der Orientierungsfähigkeit bei eingeengtem Gesichtsfeld nicht bedeutungslos.

Wenn wir im gewöhnlichen Leben den Blick ungezwungen im Raume umherschweifen lassen, so ist im allgemeinen die Intensität, mit der sich unsere Aufmerksamkeit dem jeweils angeblickten Punkte zuwendet, — das Wort „fixieren“ bezeichnet schon einen hier ungewöhnlichen Zustand — stets geringer als bei all diesen Perimetriermethoden, bei denen doch immer wenigstens die genaue Fixierung des Punktes verlangt wird. Eine Ausnahme macht vielleicht, wie wir sahen, die Methode von Böttiger, welche aber eben gerade zur Leugnung der Existenz stark eingeengter Gesichtsfelder führte. Dafs bei dieser Methode ein Widerspruch zwischen dem Gesichtsfeld und der Tatsache der guten Orientierungsfähigkeit nicht besteht, dürfte eben seinen

[1] Ber. über die 9. Versamml. der Ophtalm. Ges. zu Heidelberg 1877.

Grund darin haben, dafs sich diese Methode den Verhältnissen des gewöhnlichen Lebens stärker annähert.

Ist die Intensität der dem jeweils angeblickten Punkte zugewandten Aufmerksamkeit schon bei unseren gewöhnlichen Beschäftigungen und Arbeiten im allgemeinen geringer als am Perimeter, so gilt dies in noch höherem Mafse, wenn wir nicht, wie bei der Arbeit, genötigt sind, einem vor uns liegenden Gegenstand die Aufmerksamkeit stärker zuzuwenden, sondern wenn wir uns ohne äufsere Beschäftigung durch den Raum bewegen. Beim Problem der Orientierungsfähigkeit handelt es sich ja zumeist um Fälle der letzteren Art.

Für die Lösung des Rätsels der guten Orientierungsfähigkeit bei Hysterischen kommen also zwei Momente in Betracht.

Erstens vermag der Kranke sein kleines, eingeengtes Gesichtsfeld durch eine Richtung der Aufmerksamkeit nacheinander gewissermafsen nach verschiedenen Orten der Netzhaut zu verlegen. Zweitens ist aber auch die Gröfse des in einem Augenblicke simultan übersehbaren Bezirkes, die Weite des jeweiligen instantanen Gesichtsfeldes, nicht so gering, wie es auf Grund des Perimeterbefundes erscheinen könnte. Der letztere Umstand ist darauf zurückzuführen, dafs sich die Aufmerksamkeit unter den Verhältnissen des gewöhnlichen Lebens dem jeweilig angeblickten Punkte mit geringerer Intensität zuwendet, als dem Fixierpunkt am Perimeter.

c) Wir wenden uns jetzt einem weiteren Kreise von Tatsachen zu. — Überlegen wir vorerst, welchen Ausfall man bei Durchführung der Aubertschen Versuche an einem eingeengten Gesichtsfeld zu erwarten hat, je nachdem die „I." oder die „II." Hypothese ein richtiges Bild von den wirklichen Verhältnissen entwirft. Wir nehmen also versuchsweise zunächst im Sinne der „Hypothese I" an, dafs ein tieferer Zusammenhang zwischen dem A. F. G. und der k. G. E. nicht bestehe. Von einer bestimmten Zone der Netzhaut an werden die Erregungen einfach nicht mehr mit Empfindungen beantwortet; es handelt sich bei der k. G. E. um einen reinen, wenn auch zentral bedingten Ausfall. Das Sehen des Kranken gleicht dem eines normalen Individuums, welches durch die Röhre mit dem Diaphragma blickt und dadurch die Lichtstrahlen von den jenseits einer gewissen Zone liegenden Netzhautelementen fernhält, mit dem

einen Unterschied, daſs der Kranke an den Stellen des Defektes nicht „schwarz“, sondern gleichwie am blinden Flecke „nichts“ empfindet, und daſs zuweilen, wenn auch keineswegs immer, gleichzeitig eine Herabsetzung der Sehschärfe in den perzipierenden Teilen des Sehorgans vorliegt. Wenn die Störung in nichts anderem besteht, so ist mit Sicherheit jedenfalls das eine zu erwarten, daſs die bei dem AUBERT-FOERSTERschen Phänomen auftretende Differenz keinen ungewöhnlich hohen, die an normalen Individuen ermittelten Werte wesentlich übersteigenden Betrag besitzen wird.

Ja, wir können in unserer Voraussage sogar noch einen Schritt weiter gehen. Warum ist es uns beim ROLLETTschen Versuch nicht gelungen, das AUBERT-FOERSTERsche Phänomen auf dem Wege von Einstellungen in deutlicher Ausprägung zu erzielen, obwohl die Konvergenzplatten eine recht erhebliche subjektive Verkleinerung gestatten? Wir konnten diese Tatsache nicht anders als in folgender Weise erklären. Die Differenz fiel bei diesem Versuche so gering aus, weil hier offenbar die psychologischen Grenzen der Wahrnehmbarkeit mit den durch die physiologischen Verhältnisse des Sinnesorgans gezogenen Grenzen, sei es völlig, sei es nahezu, zusammenfielen; auch bei Divergenzstellung der Platten, bei der ja die scheinbare Gröſse des Objektes zunahm, war die scheinbare Ausdehnung des Objektes noch sehr gering[1] und konnte darum mühelos simultan übersehen werden; der Umstand, welcher sonst die bei dem AUBERTschen Versuche auftretende Differenz auslöst, fällt hinweg oder sinkt auf ein Minimum herab. Nichts anderes trägt hieran Schuld, als die scheinbare Kleinheit auch des gröſseren der beiden Objekte.

Auch konnte ich bei Beobachtung verschieden entfernter Objekte durch eine Röhre mit engem Diaphragma bei dem ferneren, welches einen sechsmal so groſsen Abstand vom Auge besaſs als das andere, ein Unscharfwerden der peripheren Teile des Feldes nicht mit Sicherheit wahrnehmen. Beobachtete ich aber mit bloſsem Auge, nachdem ich die kleinen, für die

---

[1] Die beim ROLLETTschen Versuch erzielte Änderung des Konvergenzwinkels ist um so geringer, je ferner ein Objekt ist; erhebliche subjektive Verkleinerung erhält man daher nur bei nahen Gegenständen, also bei Gegenständen, deren natürliche, d. h. in gewöhnlicher Weise wahrgenommene, scheinbare Gröſse nicht sehr beträchtlich ist.

Diaphragmabeobachtungen verwandten Objektfelder durch gröſsere ersetzt hatte, so waren die peripheren Teile des sechsmal so weiten Objektfeldes, welches mitsamt seinem Inhalt dem kleineren geometrisch ähnlich war, aber in allen Teilen sechsfache Vergröſserung aufwies, bei Fixation des Mittelpunktes in ganz unverkennbarem Maſse undeutlicher als im Falle des nahen Feldes. Die Objekte bestanden in einfachen, aus schwarzem Papier ausgeschnittenen und auf glattem weiſsem Hintergrund aufgeklebten Figuren. Die Beobachtungen waren freilich nur roh und lediglich qualitativer Art.

Ebenso wird die Erscheinung wohl auch beim pathologisch eingeengten Gesichtsfeld um so mehr zurücktreten, je kleiner die Ausdehnung des sehenden Bezirkes auf der Netzhaut ist. Flächen von solcher Ausdehnung und Unübersehbarkeit, wie sie der Normale wahrnimmt, kommen ja für ein solches Sehorgan gar nicht in Betracht.

Das gerade Gegenteil ist zu erwarten, wenn man sich auf den Boden der „Hypothese II" stellt. Normalerweise kann nur ein kleiner Bezirk simultan, bzw. innerhalb der Präsenzzeit, deutlich erscheinen. Nach der „Hypothese II" beruht die k. G. E. auf einer noch weiteren Herabsetzung dieser Fähigkeit. Nun wirkt nach dem A. F. G. die s c h e i n b a r e Vergröſserung in dieser Hinsicht ganz ähnlich, wie die w i r k l i c h e Gröſsenzunahme; wenn also das Individuum gegenüber der wirklichen Gröſse des Netzhautbildes so intolerant ist[1], so wird es auch einer scheinbaren Vergröſserung gegenüber in höherem Maſse intolerant sein wie der Gesunde.

Ist ein kleines, aber in das enge Gesichtsfeld noch ganz hineinfallendes Feld gegeben, so wird nur eine sehr geringe o b j e k t i v e Vergröſserung dieses Feldes ohne allzustarke Beeinträchtigung der Deutlichkeit vertragen werden; ebenso nun wird die s c h e i n b a r e Gröſse abnorm wenig gesteigert werden können, wenn anders von der Deutlichkeit nicht gar zu viel geopfert werden soll. Wir haben vom Standpunkt der „Hypothese II" aus zu erwarten, daſs sich die im A. F. G. ausgesprochene Gesetzmäſsigkeit bei k. G. E. in besonders deutlicher Ausprägung zeigen wird.

---

[1] Für diese Intoleranz sind ja nach der „Hypothese II" die Ergebnisse der Perimeteruntersuchung ein Ausdruck.

Sehen wir zu, in welchem Sinne das Experiment entscheidet!

Diese Frage wird beantwortet in einer viel zitierten Untersuchung von WOLLENBERG, deren Ergebnis von OPPENHEIM [1] mitgeteilt worden ist. Wir geben die oft diskutierte Stelle ihrer Wichtigkeit wegen im wörtlichen Auszug wieder:

„Es ist als Beweis der Simulation angeführt worden, daſs in „einzelnen Fällen dieser Art das Gesichtsfeld bei Prüfung in ver„schiedenen Entfernungen nicht die scheinbare Veränderung zeigte, „welche der Öffnung des Sehwinkels entsprechend erwartet werden „muſste. Nun, auch diese Beweisführung beruht auf einer falschen „Voraussetzung; die Gesichtsfeldeinengung bei den funktionellen „Neurosen wird, wie die Symptome dieser überhaupt, von ganz „anderen Gesetzen beherrscht als die entsprechenden Störungen „bei organischen Hirnkrankheiten. Wer immer nur eine Hemiplegie „gewöhnlicher Art gesehen hat, wird bei der ersten Untersuchung „einer sog. hysterischen Hemiplegie immer zuerst an Simulation „denken.

„Ich darf hier Bezug nehmen auf noch nicht veröffentlichte „Untersuchungen des Kollegen WOLLENBERG an Patienten der „Krampfabteilung der Charité, welche das Symptom der kon„zentrischen Gesichtsfeldeinengung boten und keine Entschädigungs„ansprüche zu stellen und keinerlei Grund zur Simulation [2] hatten. „Da hat sich denn auch gezeigt, daſs in einem Teil der Fälle das „Gesichtsfeld, auf die Fläche projiziert, bei Prüfung in weiterer „Entfernung nicht die geringste Erweiterung zeigte. Herr WOLLEN-

[1] Weitere Mitteilungen in bezug auf die traumatischen Neurosen, mit besonderer Berücksichtung der Simulationsfrage. Berlin 1891, S. 42 ff.

[2] Anm. d. Verf.: Autoren, welche, wie z. B. SCHMIDT-RIMPLER, an der Richtigkeit der „Hypothese I" nicht zweifeln, halten bekanntlich diese („kampimetrische") Methode für ein unbedingt sicheres Mittel zur Entlarvung von Simulanten. Die k. G. E. müsse auch den sonstigen Naturgesetzen folgen; wenn die Gröſse des Gesichtsfeldes in so hohem Maſse von der Entfernung abhängig sei, in der die Prüfung stattfindet, so sei ein solches Verhalten denn doch gar zu dunkel, als daſs man nicht die Erklärung heranziehen müſste, daſs das untersuchte Individuum lügt. Auch gelänge es durch kräftige Anwendung von Suggestion häufig, eine k. G. E. zum Schwinden zu bringen. (Die Erkrankungen des Auges usw. S. 280 ff.) Bei der groſsen Wichtigkeit und der geringen Zahl der objektiven Symptome bei den so häufigen Unfallsneurosen ist demnach die Frage nach dem Wesen der k. G. E. auch von nicht unerheblicher praktischer Bedeutung.

„BERG machte mir über diesen Punkt folgende Mitteilung: „Wenn „man bei Hysterischen mit k. G. E. an einer Tafel das Gesichts- „feld aufnimmt, und durch allmähliches Abrücken des Patienten „die Entfernung vom Fixierpunkt vergröfsert, so läfst sich zwar „in der Mehrzahl der Fälle ein deutliches, wenn auch langsames „und meist nicht in bestimmtem Verhältnis zur Entfernungszu- „nahme stehendes Anwachsen des Gesichtsfeldes nachweisen, in „einigen Fällen aber bleiben die Grenzen auch ganz unverändert."

GREEF [1] hat dann dieses Verhalten so häufig beobachtet, dafs er es als „fast typisch für Hysterie" ansieht und als ein wertvolles Hilfsmittel betrachtet, um die Diagnose sicher zu machen.

Auch BRUNS [2] sieht diese Tatsache als einen wichtigen Fingerzeig für die Diagnose der Hysterie an.

Das Gesichtsfeld erfährt demnach eine Änderung, welche derjenigen ganz analog ist, welche wir beim AUBERTschen Versuche beobachten. Allerdings bedienten wir uns — wenn ich der Kürze halber so sagen darf — anderer Perimetriermethoden.

Ob das A. F. G. für das normale Gesichtsfeld auch bei Einführung eines Objektes, also für die Wahrnehmung von Bewegungen, noch Gültigkeit besitzt, darüber habe ich keine systematischen Untersuchungen angestellt. Auf Grund öfterer, aber nicht systematisch gemachter Einstellungen würde ich eher zu einer Verneinung als zu einer Bejahung der Frage neigen. Als Objekt dienten die im ersten Teil der Untersuchung verwandten schwarzen Quadrate auf hellgrauem Hintergrund; das Objekt kontrastierte also ziemlich erheblich vom Grunde. Die Abnahme der Bewegungsempfindlichkeit von der Fovea nach der Peripherie erfolgt bekanntlich wesentlich langsamer als die Verringerung der Sehschärfe für ruhende Objekte. Schon hierdurch ist das bewegte Objekt günstiger gestellt. Hierzu kommt, dafs das blofse „Sichtbarwerden" ein viel roheres Kriterium darstellt, als etwa die Wahrnehmung der Getrenntheit zweier Quadrate, welches feinere Unterschiede der Deutlichkeit gar nicht festzustellen erlaubt. Auch wenn eine bestimmte periphere Zone eines fernen Gesichtsfeldes unter gewöhnlichen Umständen immer

---

[1] Über das „röhrenförmige" Gesichtsfeld bei Hysterie. *Wiener klin. Wochenschr.* 1902, Nr. 21.

[2] Die traumatischen Neurosen. Spez. Path. u. Ther. 12 Bd., 1. Teil, 4. Abt., S. 52. 1901.

undeutlicher erscheint als die entsprechende Zone eines nahen Gesichtsfeldes, so hat man doch keinen Grund zu der Erwartung, daſs dieser Unterschied auch bei Einführung eines Objektes in Erscheinung treten muſs; wenn auch die Deutlichkeit der Peripherie des fernen Feldes im Vergleich zu der des nahen herabgesetzt sein mag, zur Wahrnehmung eines so groben und eindringlichen Vorgangs, wie sie das Erscheinen eines Objektes ist, reicht sie bei normalen Individuen vielleicht noch immer aus. Auf ganz ähnliche Verhältnisse sind wir ja im Laufe unserer Untersuchung schon einmal gestoſsen, als wir erkannten, daſs die Wahrnehmung der „Getrenntheit" ein roheres Kriterium für Deutlichkeitsunterschiede ist, als die Wahrnehmung von Helligkeitsdifferenzen. Denn Helligkeitsdifferenzen änderten sich ja nach Obigem schon bei solchen Änderungen der scheinbaren Gröſse, die zu einer Änderung der Sehschärfe (gemessen durch die Wahrnehmung der Getrenntheit zweier Quadrate) nicht hinreichten. Wir vermuteten als Grund dieses Verhaltens, daſs eine Herabsetzung der Sehschärfe erst dann eintritt, wenn die Herabsetzung der Helligkeitsdifferenz zwischen dem Objekte und dem Hintergrund noch einen erheblicheren Grad erreicht hat. Wenn nun aber unter pathologischen Umständen diejenige Komponente der peripheren Sehschärfe, welche wir als die „II". bezeichneten, eine abnorme Änderung erfährt, so daſs die Undeutlichkeit der Ränder des Gesichtsfeldes infolge der „Unüberschaubarkeit" sehr viel erheblicher wird, als beim Normalen [1], so werden Gesichtserscheinungen, die vom Normalen infolge ihrer Eindringlichkeit noch wahrgenommen werden, für den Kranken schon nicht mehr merklich sein.

§ 3.

Wir gehen nun an die Besprechung derjenigen Tatsachen, welche mit „Hypothese I" nicht gerade im Widerspruch stehen, aber durch sie auch keine Erklärung erhalten, vom Standpunkt der „Hypothese II" hingegen durchaus begreiflich und natürlich erscheinen.

Bei allen sehr eingeengten Gesichtsfeldern konnte Janet regelmäſsig konstatieren, daſs das Gesichtsfeld den Mittelpunkt in Kreisform umgab. „Das weniger eingeschränkte Gesichtsfeld

[1] Dies ist ja eben der Inhalt der „II. Hypothese".

„ist — wie ich glaube — nicht kreisförmig, sondern mehr dem „ebenfalls nicht kreisförmigen Normalgesichtsfeld in der Form „ähnlich" (JANET, l. c. S. 59).

Diese Beobachtung ist vom Standpunkt der „Hypothese I" unverständlich, auf Grund der „Hypothese II" durchaus einleuchtend. Ist das Gesichtsfeld nur sehr wenig eingeengt, so verhält sich der Kranke eben annähernd wie ein Normaler, für den bei der Einstellung an dem nahen Perimeter ausschliefslich die erste Komponente mafsgebend ist, nämlich die („virtuelle" [S. 162]) Empfindlichkeit der verschiedenen Netzhautelemente, während die zweite Komponente bei ihm darum überhaupt gar nicht zur Geltung kommt, weil er diese relativ kleinen Distanzen noch simultan überschauen kann. Dagegen ist ein kreisförmiges Gesichtsfeld dann zu erwarten, wenn schon dieses relativ kleine Feld nicht mehr überschaubar ist, und der kritische Punkt nicht durch die Grenzen der (virtuellen) Empfindlichkeit der Netzhautelemente, sondern durch die zweite Komponente bestimmt wird.

Unverständlich bleibt es ferner vom Standpunkte der „Hypothese I" aus, weshalb bei diesen Kranken das Gesichtsfeld stets konzentrisch ist, weshalb nicht auch ganz unregelmäfsige und inselförmige Anästhesien der Netzhaut vorkommen. Man müfste dies um so eher erwarten, als doch inselförmige Anästhesien der Haut bei Hysterie eine alltägliche Erscheinung sind. Dieser Folgerung kann man auch nicht durch die Bemerkung ausweichen, dafs die Anästhesie vielleicht stets zuerst die am wenigsten empfindlichen oder am schwächsten mit Nervenfasern versorgten Gebiete treffe, weshalb ihr auch die Peripherie der Netzhaut stets am ersten zum Opfer falle, und die Einengung nach Mafsgabe der funktionellen Tüchtigkeit der Netzhautelemente, also in annähernd konzentrischer Form, gegen das Zentrum vorrücke. Die inselförmigen oder fleckweisen Anästhesien der Haut lassen in ihrem Auftreten nicht die geringste Regelmäfsigkeit erkennen, ferner stehen „diese Inseln in keinem Zusammenhange mit der anatomischen Verteilung der Hautnerven" (BINSWANGER, l. c. S. 165). Warum sollte es der Hysterie, diesem so vielgestaltigen Krankheitsbilde, gerade niemals gelingen, inselförmige oder fleckweise Anästhesien der Netzhaut[1] hervorzubringen? —

[1] Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, dafs die „systematischen Anästhesien" JANETS nicht hierher gehören. Bei ihnen wird im Gesichts-

Auch die Resultate, welche bei Prüfung der Erkennungsgrenzen für verschiedene Farben gefunden wurden, erklären sich nach „Hypothese II“ in natürlicher Weise, während „Hypothese I“ kaum eine Handhabe dazu liefern dürfte.

Untersuchungen von CHARCOT, PARINAUD u. a. haben nämlich ergeben, daſs das Gesichtsfeld für diejenigen Farben am wenigsten eingeengt ist, welche auch beim Normalen nach der Peripherie hin am weitesten erkannt werden; die Reihenfolge, welche man für die einzelnen Farben bei der Prüfung des eingeengten Gesichtsfeldes bei einem Hysterischen erhält, deckt sich im allgemeinen mit der physiologischen Reihenfolge der Erkennungsgrenzen für Farben auf der normalen Netzhautperipherie. Dieses Gesetz gilt aber nur in einer Anzahl von Fällen; in einer nicht unerheblichen Quote erleidet es nämlich eine Ausnahme, und zwar ist es alsdann die rote Farbe, welche ein abweichendes Verhalten zeigt. Nach den Untersuchungen von CHARCOT, PARINAUD u. a. überragt in einer nicht unerheblichen Zahl von Fällen die Grenze für Rot diejenige für alle anderen Farben.

Nach „Hypothese II“ stöſst das Verständnis dieser Beobachtungen auf keine Schwierigkeit. Daſs sich die Reihenfolge der Farbengrenzen auch beim eingeengten Gesichtsfeld im allgemeinen mit der physiologischen Reihenfolge deckt, bedarf kaum der Erläuterung. Wir sahen bei der Behandlung des KOSTERschen Gesetzes, daſs die Sättigung exzentrisch gesehener Farbflächen bei Mikropsie eine Zunahme zu erfahren scheint. Wir vermochten diese Tatsache nach dem Zweikomponentensatz zu verstehen. Die scheinbare Sättigungszunahme erfolgte, weil die Bedingungen für das „Überschauen“ bei Mikropsie günstiger sind als ohne dieselbe. Umgekehrt ist nach dem Zwei-

---

feld alles gesehen, auſser einem ganz bestimmten Gegenstand, einer ganz bestimmten Person, auf welcher Stelle der Netzhaut das betreffende Objekt auch abgebildet werden mag. Diese Formen der Anästhesie sind mit jenen elementaren Empfindungsstörungen überhaupt nicht auf eine Stufe zu stellen (BINSWANGER l. c.). Sie kommen nur bei den schwersten degenerativen Formen vor, wie sie in den Pariser Hospitälern zur Beobachtung gelangen, sind aber den leichteren und mittelschweren Krankheitsbildern fremd. Diese Anästhesien können in der Tat nur auftreten, wenn tief ein-eingreifende Veränderungen im höheren Seelenleben vorliegen, von denen sie ein Symptom sind, eines unter vielen anderen.

komponentensatz für den Fall eines eingeengten Gesichtsfeldes zu erwarten, dafs diejenigen farbigen Objekte, welche bei der perimetrischen Untersuchung überhaupt noch zur Wahrnehmung gelangen, wenigstens eine Einbufse an Sättigung erleiden werden. Erreicht die Einbufse an Sättigung einen sehr bedeutenden Grad, so wird der Charakter der Farbe überhaupt nicht mehr erkannt werden. Müssen also die farbigen Objekte, welche überhaupt noch gesehen werden, im Falle eines eingeengten Gesichtsfeldes gegenüber demjenigen eines normalen eine Einbufse an Sättigung erleiden, so ist es andererseits durchaus verständlich, dafs diejenige Farbe ihren Charakter beim eingeengten Gesichtsfeld am frühesten einbüfst, den Nullwert der Sättigung am ehesten erreicht, welche auch beim normalen Sehorgan bei Verlegung auf immer peripherere Netzhautgebiete am frühesten verschwindet, und dafs weiter die Reihenfolge des Verschwindens der einzelnen Farben beim eingeengten Gesichtsfeld dieselbe ist wie beim normalen.

Aber auch die Sonderstellung der roten Farbe begreift man nach „Hypothese II" unschwer, wenn man sich einen wichtigen Begriff der Psychophysik der Farbenempfindungen gegenwärtig hält. „Von der Empfindungsintensität . . . ist die Eindring- „lichkeit der Empfindungen wohl zu unterscheiden. Die Ein- „dringlichkeit betrifft die mehr psychologische Seite der Empfin- „dungen, sie scheint sich hauptsächlich nach der Macht zu be- „stimmen, mit welcher die Sinneseindrücke unsere Aufmerksam- „keit auf sich ziehen und könnte daher in sachlicher Hinsicht „nicht unpassend auch als die Aufdringlichkeit der Sinnesein- „drücke bezeichnet werden. Sie ist schon von Fechner gelegent- „lich (In Sachen der Psychophysik S. 126) als der „erregende Ein- „flufs auf das Allgemeinbewufstsein, die anziehende Kraft auf die „Aufmerksamkeit" charakterisiert worden."[1] Neuerdings hat nun Ameseder[2] die „absolute Auffälligkeit der Farben" in der Weise untersucht, dafs er — unter hier nicht näher darzulegenden Vorsichtsmafsregeln — der Vp. jedesmal für einen Bruchteil einer Sekunde ein Farbenpaar darbot und ein Urteil darüber verlangte,

[1] G. E. Müller, Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen. *Zeitschr. f. Psychol.* **10**, S. 25.

[2] Über absolute Auffälligkeit der Farben. In den „Untersuchungen zur Gegenstandstheorie und Psychologie", herausgeg. von Meinong. Leipzig 1904.

„welche von beiden Farben sich zuerst ihrer Beachtung auf-„drängt". . . . „Bei ganz kurzer Einwirkung nämlich steht eine „Farbe deutlich im Vordergrunde der Aufmerksamkeit, während „die zweite kaum Beachtung erlangt." Aus den Urteilszahlen ergibt sich, daſs die „Auffälligkeit" in folgender Reihenfolge abnimmt: Rot, Blau, Grün, Gelb. Die „anziehende Kraft auf die Aufmerksamkeit" ist also bei Rot am stärksten. Wir haben jedoch bei Gelegenheit unserer Mikropsieversuche gesehen, daſs die infolge der Mikropsie für gewöhnlich eintretende Erweiterung der Gesichtsfeldgrenze (in dem damals dargelegten Sinne) nicht in Erscheinung trat, wenn sich „auffallende" Gegenstände an der Grenze des Gesichtsfeldes befanden, Gegenstände von „anziehender Kraft auf die Aufmerksamkeit", welche eine Verlegung des Aufmerksamkeitszentrums nach der Peripherie hervorriefen, so daſs die im Falle weniger auffälliger Objekte bestehende Verschiedenheit der Vergleichskonstellationen hinsichtlich ihres Einflusses auf die zweite Komponente hier in Wegfall kam. Es ist also nach „Hypothese II" durchaus verständlich, daſs die Farbe Rot, welche nach den Ergebnissen Ameseders von allen Farben die gröſste „anziehende Kraft auf die Aufmerksamkeit" besitzt, bei der Prüfung der Farbengrenzen eines eingeengten Gesichtsfeldes begünstigt erscheinen wird. „Hypothese I" dagegen liefert zur Erklärung dieser Tatsache keine Handhabe. — Binswanger zitiert die Sätze von Charcot und Parinaud in zustimmendem Sinne. Die gelegentlich zu beobachtenden besonders starken Einschränkungen für Rot, welche Binswanger hervorhebt, sind wohl den Fällen zuzurechnen, in denen die Farben in der normalen Reihenfolge verschwinden.

Bei Behandlung dieser zweiten Klasse von Phänomenen müssen wir auch auf eine Erscheinung eingehen, welche einst das Interesse der Ophthalmologen und Nervenärzte in hohem Maſse auf sich zog, während ihr gegenwärtig sehr häufig teils eine nähere Beziehung zu dem Symptom der Gesichtsfeldeinengung, teils überhaupt jede klinische Bedeutung abgesprochen wird. Im Jahre 1877 machte Foerster auf dem Ophthalmologenkongreſs zu Heidelberg eine kurze Mitteilung über eine an eingeengten Gesichtsfeldern angestellte Beobachtung, welche in der Literatur eine lebhafte Diskussion hervorrief, und deren Richtigkeit in den späteren Untersuchungen stets bestätigt werden konnte.

Führt man das an dem Perimeter angebrachte Objekt einmal von der Schläfenseite zur Nasenseite durch das Gesichtsfeld, und nimmt man darauf die Prüfung in der umgekehrten Richtung vor, so erhält man bei beiden Arten der Bewegung nicht, wie man erwarten sollte, übereinstimmende Werte für die Ausdehnung des Gesichtsfeldes. Später ergab sich, dafs diese Tatsache, welche nach O. König als „Foersterscher Verschiebungstypus" (V. T.) bezeichnet wird, allgemeinere Gültigkeit besitzt, insofern, als bei einer Prüfung in ganz beliebigen Meridianen die Eintrittsstellen des peripheren Objektes in dem Bereich der Sichtbarkeit jederzeit peripherer liegen als die entsprechenden Austrittsstellen, die man erhält, wenn man die Prüfung im selben Meridian, aber mittels einer Bewegung von entgegengesetztem Sinne, ausführt.

Der reiche und viel umstrittene Tatsachenkreis des V. T. ist auch aus allgemeineren Gesichtspunkten der psychophysischen Methodik von hervorragendem Interesse. Er zeigt an einem besonders instruktiven Beispiel die zuerst von G. E. Müller (Zur Grundlegung der Psychophysik 1879) hervorgehobene, seitdem von psychologischer Seite immer wieder betonte Wichtigkeit des auf- und absteigenden Verfahrens.

Als dann infolge der Unfallgesetzgebung die diagnostischen Merkmale der viel umstrittenen traumatischen Neurosen in den Brennpunkt der praktischen Interessen traten, und als O. König [1] den V. T. für ein objektives Krankheitszeichen der traumatischen Neurose erklärte, da wandte sich das Interesse der Erscheinung noch einmal mit grofser Lebhaftigkeit zu, als einem Symptom, welches dem Verdacht der Simulation nicht ausgesetzt sei.

Gegenwärtig hat das einst so rege Interesse an dem Symptom abgenommen. Wilbrand [2] beobachtete es auch bei Neurasthenikern, Alkoholikern, Morphinisten usw. und sah es als eine Ermüdungserscheinung an. Das Symptom gewann schliefslich den Anschein gänzlicher Bedeutungslosigkeit, als es Schmidt-Rimpler [3] gelang, den V. T. auch an ganz Gesunden nachzu-

---

[1] Ein objektives Krankheitszeichen der traumatischen Neurose. *Berl. Klin. Wochenschr.* 1891, Nr. 31.

[2] Wilbrand und Saenger, Über Sehstörungen bei funktionellen Nervenleiden, Leipzig 1802. Wilbrand, Über neurasthenische Asthenopie und sog. lAnaesthesia retinae. *Arch. f. Augenheilk.* 1882, 12, S. 263.

[3] Bemerkungen zu wirklicher und simulierter Sehschwäche und Gesichtsfeldeinengung. Festschrift zur 100jähr. Stiftungsfeier des Med.-Chirurg.

weisen, eine Beobachtung, welche PETERS und VOGES[1] bestätigen konnten.

Demgegenüber glaubte W. KÖNIG[2] den V. T. auf Grund eingehender Untersuchungen wieder als ein hysterisches Stigma ansehen zu müssen. Zwar konnte er die Lehre von SCHMIDT-RIMPLER, dafs V. T. in geringem Grade auch bei Gesunden vorkomme, bestätigen, aber er fand sich unter 215 voraussichtlich nervengesunden Individuen nur in 25 Fällen[3] und besafs dann stets einen sehr geringen Betrag, während er bei den untersuchten Hysterischen nur mit wenigen Ausnahmen durchweg vorkam. Die k. G. E. ist ein Stigma der Hysterie, und zwar z. Z. oft das einzig nachweisbare. Die „Untersuchungseinschränkung" (so bezeichnet der Verf. den V. T.), ist nach W. KÖNIGS Ansicht eine der k. G. E. nahe verwandte Erscheinung, und wir haben wahrscheinlich in ihr eine leichtere Form derjenigen Affektion zu erblicken, die, wenn sie intensiver wird, zur k. G. E. führt. Neuerdings gelangte nun auch KLIEN (l. c. S. 374) durch vergleichende Untersuchungen wiederum zu dem Satze, dafs es sich beim normalen Gesichtsfelde „im allgemeinen um viel „schwächere Verschiebungen handelt, als beim konzentrisch ein-„geengten Gesichtsfeld."

Die Frage nach dem Wesen des V. T. ist trotz der zahlreichen über dieses Symptom erschienenen Arbeiten, selbst für

---

Friedr.-Wilh.-Inst. Berlin 1895. — Über Gesichtsfeldermüdung u. Gesichtsfeldeinengung mit Berücksichtigung der Simulation. *Wiener Med. Wochenschr.* 1895, Nr. 43. Zur Simulation konzentrischer Gesichtsfeldeinengung mit besonderer Berücksichtigung der traumatischen Neurose. *Deutsche Med. Wochenschr.* 1892, Nr. 24.

[1] PETERS, Über das Vorkommen und die Bedeutung des sog. Verschiebungstypus des Gesichtsfeldes. *Deutsche Zeitschr. für Nervenheilk.* **5**, S. 302, 1894. — VOGES, Die Ermüdung des Gesichtsfeldes. Diss. Göttingen 1895.

[2] Weitere Mitteilungen über die funktionellen Gesichtsfeldeinengungen mit besonderer Berücksichtigung von Befunden an normalen Menschen. *Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk.* **7**, 1895.

[3] Anm. des Verf.: Absolute Zahlenwerte besitzen bei einer Erscheinung, die ihrer Natur nach ganz von der Art des Perimetrierens, von der Anwendung oder Unterlassung von Suggestion, kurz von der individuellen Verfahrungsweise des Untersuchers abhängig sein dürfte, wohl nur einen zweifelhaften Wert. Die Resultate verdienen dann aber auf jeden Fall Beachtung, wenn ein und derselbe Untersucher in ein und derselben Weise Normale und Kranke prüft.

den Fall des normalen Gesichtsfeldes, auch heute noch ungelöst. Die bisher über den V. T. aufgestellten Theorien ordnen sich in zwei Hauptklassen, je nachdem die Erscheinung als ein Ermüdungs-[1] oder als ein Aufmerksamkeitsphänomen[2] angesehen wird.

Bei der Modifikation des Versuches durch Wilbrand, welcher das Objekt eine ganze Reihe von Malen in ununterbrochener Bewegung im selben Meridiane von der temporalen zur nasalen Seite führt, und umgekehrt, wobei die Gröſse des eingeengten Gesichtsfeldes immer weiter abnahm, mag Ermüdung im Spiel gewesen sein. Dagegen ist diese Erklärung abzuweisen, wenn sich die Prüfung nicht immer auf denselben Meridian erstreckt. „Wenn man", bemerkt Schmidt-Rimpler (Die Erkrankungen des Auges im Zusammenhang usw. S. 266), „als Ursache der Er-„scheinung eine Ermüdung der Netzhaut annehmen wollte, so „würde es ... absolut unverständlich sein, warum, wenn ich, „beispielsweise von der temporalen Seite beginnend, das Objekt „durch den horizontalen Meridian zur nasalen Seite führe, dort „eine Ermüdung eingetreten sein soll, während bei der sich gleich „anschlieſsenden Einführung des Objektes in den nächstfolgenden, „15° tieferliegenden Meridian auf der temporalen Seite bereits „wieder volle Erholung vorhanden ist. Es müſste denn gerade „die Netzhaut im Interesse des Perimetrierens so eingerichtet „sein, daſs sie immer hübsch meridianweise ermüdet."

Als ein experimentum crucis gegenüber der Ermüdungstheorie kann man einen Versuch von R. Simon[3] auffassen, welcher nachwies, daſs der V. T. auch dann eintritt, wenn man nur in Halbmeridianen perimetriert und dabei jedesmal mit der zentrifugalen Bewegung, deren ungünstigere Stellung ja angeblich mit Ermüdung zusammenhängt, den Anfang macht.

Ein anderer Versuch, den V. T. auf physiologischem Wege

---

[1] Wildbrand-Saenger und Wildbrand (l. c.).

[2] Um aus der groſsen Zahl der Arbeiten vorläufig nur einige der wichtigeren zu nennen: Salomonsohn, Über die sog. pathol. Netzhautermüdung. Berl. Klinik. 1874. Heft 70. — Schmidt-Rimpler l. c. — Voges l. c. — W. König l. c. — In den Einzelheiten abweichende, aber gleichfalls dieser allgemeinen Klasse einzuordnende Ansichten vertreten Placzek, *Berl. Klin. Wochenschr.* 1892, S. 874 u. 902 und W. König (l. c.). — Auch Binswanger (l. c.) hält eine Aufmerksamkeitsstörung für das Wesentlichste.

[3] Über die Entstehung der sog. Ermüdungseinschränkungen des Gesichtsfeldes, *Arch. f. Ophth.* **40**, Abt. 4, 1894, S. 276.

zu erklären, ist kürzlich von Klien (l. c.) gemacht worden. Klien geht bei seinen theoretischen Erwägungen von der Tatsache aus, daſs die Grenzen des Gesichtsfeldes bei etappenweiser Einführung des Objektes, also bei Einschaltung von Momenten des Stillstandes, weiter gefunden werden, als wenn die Einführung mittels einer kontinuierlichen langsamen[1] Bewegung vollzogen wird. Diese Erscheinung führt Klien darauf zurück, daſs die Netzhautstellen, welche der Reiz in irgend einem Moment seiner Fortbewegung trifft, zum gröſsten Teil schon im unmittelbar vorhergehenden Moment jener Bewegung von demselben Reize getroffen worden waren, daſs also das kontinuierlich bewegte Objekt dem gröſsten Teile seiner Ausdehnung nach immer auf für den betreffenden Reiz schon ermüdete Netzhautstellen fällt. „Dazu kommt noch, daſs auch die Umgebung eines Reizes für „den betreffenden Reiz — wenigstens solange Kontrastwirkung „besteht — unterempfindlich ist. Auch der vorangehende Rand „des Objektes trifft also auf eine Stelle, welche . . . in ihrer Er„regbarkeit für den betreffenden Reiz herabgesetzt ist.“ (Das letztere ist offenbar unrichtig.) Bei etappenweiser Einführung komme die aus diesen Verhältnissen resultierende Schwächung der Wirksamkeit des Reizes in Wegfall.

Die Differenz zwischen den Grenzen bei zentripetaler und zentrifugaler Objektführung beruht dann nach Kliens Vermutung darauf, „daſs die Erregbarkeitsverschiebungen in der Umgebung „des Reizes um so stärker sind, je intensiver die Reize sind“, und daſs das gleiche Objekt „in den zentralen Teilen der Netzhaut „einen viel stärkeren Reiz bedeutet als in den peripheren. Es „muſs also bei Ausführung des Objektes die Erregbarkeit für „dasselbe an der Gesichtsfeldgrenze stärker herabgesetzt sein, als „bei Einführung.“

Selbst wenn ich von dem bereits zurückgewiesenen Irrtum hinsichtlich der „Erregbarkeitsverschiebung in der Umgebung“ ganz absehe und mich nur an die Tatsache der Ermüdung der bereits vorher von dem gleichartigen Reiz affizierten Netzhautstellen halte, selbst dann vermag ich diese Schluſsweise nicht zu verstehen. Der peripher dargebotene Reiz, welcher als solcher angeblich schwächer perzipiert wird als ein mehr zentral dargebotener, soll dadurch nun wieder zu dem stärker perzipierten

[1] K. legt mit Recht auf die langsame Führung des Objektes Wert.

werden, dafs die — von demselben Reiz in der vorhergehenden Bewegungsphase herrührende — Ermüdung der Netzhautstellen, auf welche er fällt, bei dem peripherer dargebotenen Reiz geringer ist wie bei dem zentraleren. Vor allem kommt doch wohl in Betracht, dafs der peripherer dargebotene Reiz der angeblich schwächer perzipierte sein soll; demgegenüber spielt offenbar der ihm auf Grund der Betrachtung der Ermüdungsverhältnisse wieder zugeschriebene Vorzug eine ganz untergeordnete Rolle.

Derjenige, welcher durchaus die Netzhautprozesse heranziehen wollte, könnte höchstens mit einem gewissen Scheine des Rechtes darauf hinweisen, dafs bei der Einführung des Objektes, bei der das Kriterium ja in der Wahrnehmung des Auftauchens besteht, vorwiegend der vorauslaufende, bei der Ausführung, wo das Verschwinden anzugeben ist, vermutlich vorwiegend der nachfolgende Rand beachtet werden wird. Da nun aber, so könnte jemand argumentieren, der nachfolgende Reiz stets auf in gleichartiger Weise ermüdete Netzhautstellen fällt, der vorauslaufende hingegen auf unermüdete und für die Perzeption des Reizes infolge des Simultankontrasts sogar in einem besonders günstigen Zustande befindliche Netzhautstellen, so sind die Perzeptionsbedingungen für den Reiz im Falle der Einführung günstiger als in dem der Ausführung.

Schon der gelegentlich beobachtete aufserordentlich grofse Betrag des V. T. wäre nach dieser Ansicht schwer verständlich. Vor allem aber werden wir sogleich sehen, dafs jede an die physiologischen Verhältnisse der Netzhaut anknüpfende Ansicht vom Wesen des V. T. den Tatsachen nicht gerecht zu werden vermag.

Das Unzutreffende der von Klien entwickelten Ansicht über das Wesen des V. T. läfst sich auch noch auf einem anderen Wege deutlich machen.

Die Annahme, dafs ein Unterschied in den physiologischen Wirkungen besteht, je nachdem derselbe Reiz die Fovea oder die Peripherie trifft, und dafs die Gröfse jenes Unterschieds mit dem Winkelabstand der betreffenden exzentrischen Netzhautstelle von der Fovea zunimmt, ist der Nerv jener Theorie. Mit dieser Annahme steht und fällt sie. Betrachten wir jetzt den Fall der hysterischen k. G. E.. Dieses Symptom hat auch nach Klien seinen Grund nicht in einer Abänderung der Netzhautprozesse. Man mufs uns also das Recht einräumen, die oben wiedergegebenen Schlüsse Kliens, deren Richtigkeit wir im Widerspruch zu unserer tatsächlichen Überzeugung für einen Augenblick zugeben wollen, auch in diesem Falle Schritt für Schritt zu wiederholen. Nun wird hier das Objekt auf den äufsersten Zonen der Netzhaut, welche beim Normalen noch Empfindungen

vermitteln, gar nicht mehr wahrgenommen. Im Falle der hysterischen k. G. E. ist also der Abstand der periphersten Netzhautpunkte, welche für die Wahrnehmung und darum auch für unsere Betrachtung über den V. T. noch in Frage kommen, geringer als im Falle des normalen Beobachters. Gleichzeitig mit der Gröfse des Abstandes mufs — der Annahme zufolge — die Gröfse des oben hypostasierten funktionellen Unterschieds abnehmen; alles dies um so mehr, je erheblicher die Einengung ist. Bei der Gesichtsfeldeinengung infolge funktioneller Nervenleiden müfste also, da, wie wir nochmals hervorheben, eine Änderung der Netzhautprozesse hierbei nicht eintritt, der Betrag des V. T. im Durchschnitt geringer sein als bei normalen Individuen. Das umgekehrte Verhalten findet, wie wir sahen, nach KLIENS eigenen Versuchen statt.

Ebensowenig ist auf dem Boden dieser Theorie — wie auch vom Standpunkt jeder anderen auf den Netzhautprozessen fufsenden Ansicht — die Beobachtung SCHMIDT-RIMPLERS verständlich, dafs sich ein ausgeprägter V. T. im allgemeinen nur bei schlechten und unzuverlässigen Beobachtern findet. Handelte es sich beim V. T. um Unterschiede in den Netzhautprozessen, so müfste das Phänomen unter sonst gleichen Bedingungen um so deutlicher in Erscheinung treten, je sorgfältiger der Beobachter ist. Für Untersuchungen im Gebiete der Psychophysik der Gesichtsempfindungen sind die besten Beobachter gerade gut genug.

Auch die von ihm gefundene Tatsache, dafs man bei etappenweisem, plötzlichem Erscheinenlassen des Objektes einen weiteren Wert erhält als bei langsamer Ein- und Ausführung, sucht KLIEN mit Hilfe seiner Theorie zu erklären.

Die Theorie scheint sogar hauptsächlich im Hinblick auf diese Tatsache entworfen zu sein. Beim plötzlichen Erscheinenlassen des Objektes treten aber vermutlich neue Faktoren, namentlich solche zentraler Art ins Spiel, so dafs eine allein mit Netzhautprozessen arbeitende Theorie, wenn ihr alle anderen Stützen entzogen sind, selbst im Falle wirklicher Übereinstimmung mit jener einen Tatsache nicht aufrecht erhalten werden könnte. Übrigens wird an einer anderen Stelle der Arbeit doch zugegeben, dafs die Aufmerksamkeit wohl eine gewisse Rolle spielen mag.

Mit dieser einen soeben behandelten Ausnahme sprechen die neueren Arbeiten das Phänomen wohl durchweg als eine Auf-

merksamkeitserscheinung an. Begründet wurde diese Anschauung von SALOMONSOHN (l. c.). Das Argument war anfangs nur negativen Charakters. Es bestand in dem Hinweis auf den Bankerott der Ermüdungstheorie.

Einen weiteren Stützpunkt erhielt diese Anschauung durch die Beobachtung von VOGES, daſs das sog. Ermüdungsgesichtsfeld, wie man unter der Herrschaft der WILBRAND'schen Ermüdungstheorie den von den Austrittsstellen begrenzten Netzhautbezirk bezeichnete, jederzeit weiter hinausrückt, wenn man die Vp. auffordert, recht scharf achtzugeben und das Verschwinden des Prüfungsobjektes ja nicht eher anzuzeigen, als bis es wirklich verschwunden ist; im selben Sinne spricht der Befund von SCHMIDT-RIMPLER, daſs man dem V. T. bei jüngeren Individuen und Weibern häufiger begegnet als bei Männern, die durch ihre verantwortungsvolle Berufstätigkeit ihre Gedanken mehr zusammenzuhalten gewöhnt sind, und ihre Aufmerksamkeit ganz dem zuzuwenden, was von ihnen verlangt wird.

Obwohl diese Ansicht sicher einen Kern von Richtigem in sich birgt, so werden wir in einer so allgemein gehaltenen Hypothese kaum eine ausreichende Erklärung für den Tatbestand erblicken können. Wenn z. B. SCHMIDT-RIMPLER (Die Erkrankungen des Auges usw. S. 267) die Erscheinung auf Grund jener Tatsachen als eine Folge von „Schwankungen der Aufmerksamkeit" bezeichnet, so bleibt immer noch die Frage zu beantworten, warum denn die Aufmerksamkeit immer gerade nur im Falle der zentrifugalen Bewegung erlahmt. Es ist nicht angängig, der Aufmerksamkeit eben denjenigen kapriziösen Charakter zuzuschreiben, den man für die Ermüdung in Abrede stellen zu müssen glaubt.

Auf Grund sehr zahlreicher Selbstbeobachtungen bei derartigen Einstellungen ist Verf. zu der Ansicht gelangt, daſs beim Zustandekommen des V. T. mehrere Umstände zusammenwirken.

Ich soll den Eintritt bzw. den Austritt des Objektes aus dem Gesichtsfeld angeben. Während mir die Erfüllung der ersten Aufgabe leicht wird, fühle ich mich beim umgekehrten Versuche oft recht unsicher. Während dieses Versuches muſs ich mir im Geiste immer wieder von neuem die Instruktion vergegenwärtigen. Unterlasse ich dies, so komme ich sehr leicht in Gefahr, dasjenige Kriterium, welches mir durch die Instruktion vorge-

schrieben ist, aufser acht zu lassen und mich statt dessen eines anderen zu bedienen, welches sich mir in verführerischer Weise aufdrängt. Wird das Testobjekt allmählich, aber der üblichen Methode entsprechend in steter Bewegung, vom Fixierzeichen entfernt, so vermag ich anfangs Fixierzeichen und Testobjekt durch einen einheitlichen Akt der Aufmerksamkeit zu umspannen; d. h. ich meine, den von Fixierzeichen und Testobjekt begrenzten Teil des Gesichtsfeldes mitsamt diesen Grenzen als ein simultanes Bild zu überschauen. Entfernt sich das Testobjekt weiter vom Zentrum, so wird diese einheitliche Auffassung bald unmöglich. Wohl sehe ich das Testobjekt immer noch, aber während ich ihm die Aufmerksamkeit energisch zuwende, glaube ich nun nicht mehr, das ganze vom Testobjekt bis zum Fixierzeichen reichende Feld simultan zu überschauen. Ich verliere sozusagen den Fixierpunkt aus den Augen; je weiter das Testobjekt vom Zentrum abrückt, und auf je seitlichere Punkte ich meine Aufmerksamkeit konzentrieren mufs, um so stärker tritt, hervorgerufen durch das innerliche Verschwinden des Fixierzeichens, der Zweifel hervor, ob ich denn wirklich noch fixiere. Konzentriere ich hingegen meine Aufmerksamkeit sehr stark auf den Fixierpunkt, so entschwindet mir umgekehrt häufig das Testobjekt für Augenblicke, obwohl es, wenn ich meine Aufmerksamkeit wieder stärker auf den Rand des Gesichtsfeldes sammle, dann nochmals auftauchen kann.

Wenn ich bei dem Versuche Reflexionen unterdrücke, so fühle ich mich verführt in demjenigen Augenblicke das Verschwinden anzuzeigen, in welchem mir die simultane Auffassung von Fixierzeichen und Testobjekt nicht mehr möglich ist, und das Testobjekt, wenn ich die Aufmerksamkeit energisch auf dem Fixierzeichen sammle, zeitweise zu verschwinden anfängt. In dieser kritischen Zone mufs ich mir durch eine besondere Reflexion immer wieder vor Augen führen, dafs ich über die simultane Sichtbarkeit der beiden Eindrücke gar kein Urteil abzugeben habe. Das unrichtige Kriterium drängt sich vielfach so stark auf, und das richtige hat zuweilen so schwer zu kämpfen, um sich im Bewufstsein durchzusetzen, dafs ich es sehr wohl begreifen könnte, wenn ein psychologisch nicht geschulter Beobachter einfach den Augenblick bezeichnet, in welchem er Fixierzeichen und Testobjekt nicht mehr simultan überschaut. Bei der Prüfung des Eintrittsmomentes hingegen fehlt ein solches

mit dem durch die Instruktion geforderten konkurriendes Kriterium. Selbst wenn ich meine Aufmerksamkeit ganz fest auf dem Fixierpunkt sammle, so vermag ich doch mit grofser subjektiver Sicherheit den Augenblick anzugeben, in welchem sich zum ersten Male an der Peripherie etwas bewegt. Das Auftauchen eines Objektes im Gesichtsfeld ist ein sehr eindringlicher Vorgang.

Es drängt sich mir im Falle der Ausführung aus dem Gesichtsfelde nicht minder leicht noch ein anderer falscher Urteilsmafsstab auf, dessen Abweisung gleichfalls oft erhebliche Vorsicht erfordert. Auf diesen Umstand hat schon R. Simon (l. c.) die Erklärung des V. T. gegründet; doch haben seine Ausführungen bisher keine erhebliche Beachtung gefunden. „Passiert das Objekt", so führt dieser Autor aus (l. c. S. 290), „das Zentrum, „so kommt uns nicht allein seine Helligkeit zum Bewufstsein, „sondern ebenso seine Form; wir richten uns bei der weiteren „Verfolgung auch nach der Deutlichkeit seiner Begrenzung. Die „Empfindungsschärfe verschiebt sich bei zentrifugaler Führung „nun immer mehr zuungunsten des peripheren Objektes, . . . „die durch dieses erzeugte Empfindung wird endlich so schwach, „dafs es vielen sehr schwer wird, anzugeben, ob sie das Objekt „noch sehen."

Auf Grund zahlreicher Selbstbeobachtungen kann ich diese Ausführungen durchaus bestätigen. Wenn sich das Objekt vom Zentrum aus bis nahe an die Grenze des Gesichtsfeldes entfernt hat, so ist mit dem Objekt eine so gewaltige Änderung vor sich gegangen, und die Deutlichkeit hat gegenüber der anfänglichen eine so erhebliche Abnahme erfahren, dafs ich eine starke und nur durch eigens darauf gerichtete Reflexion zu bekämpfende Tendenz zur vorzeitigen Abgabe des Urteils wahrnehme. Es liegt hier offenbar eine ähnliche Beeinflussung des Urteilsmafsstabes vor, wie wir sie nach den Lehren der psychophysischen Methodik auf verschiedenen anderen Versuchsgebieten als Folge vorausgegangener Versuche beobachten.

Mit diesen Beobachtungen und der darauf gegründeten Auffassung vom Wesen des V. T. befindet sich auch ein von O. König[1] gefundenes Resultat in Einklang. Dieser Autor perimetrierte nach der von Foerster angegebenen Methode, indem

[1] Beobachtungen über Gesichtsfeldeinengung nach dem Foersterschen Typus. *Arch. f. Augenheilk.* 22. 1891. S. 264.

er das Testobjekt durch die ganze Länge des Meridianes, über den Fixierpunkt hinweg, hindurchführte. Bei einem der Patienten wurden jedoch die Grenzen aufserdem noch nach einer anderen Methode bestimmt, bei welcher die Ermittlung der differierenden Gesichtsfelder nicht simultan, sondern sukzessiv erfolgte. Bei der ersten Aufnahme des Gesichtsfeldes wurde das Objekt stets von der Peripherie zum Zentrum, bei der zweiten stets vom Zentrum zur Peripherie geführt. Obwohl der V. T. bei dieser Patientin schon bei Anwendung der ersten Methode vorhanden war, so trat er bei dem sukzessiven Verfahren doch sehr viel deutlicher hervor (l. c. Fig. 51 u. 52). Das Eintrittsgesichtsfeld, wie wir uns kurz ausdrücken wollen, hat keine weitere Einschränkung, sondern im Gegenteil eine schwache Ausdehnung erfahren; der Durchmesser des Austrittsgesichtsfeldes hingegen hat sich bei der sukzessiven Bestimmung aufserordentlich stark verkleinert, etwa um die Hälfte.

Bei der FOERSTERschen Methode können sich eben zwei verschiedene Urteilsfaktoren nicht so leicht und nicht in so ausgeprägter Weise ausbilden und erhalten, weil unmittelbar auf einen Eintritt ein Austritt folgt, und die Untersuchungsperson somit auf eine Verschiedenheit ihrer Verhaltungsweise leicht aufmerksam werden kann. Bei der sukzessiven Bestimmung der differenten Gesichtsfelder fällt dieses Korrektiv hinweg; und es erscheint begreiflich, wenn die Differenz der Urteilsmafsstäbe hier wesentlich ausgeprägter ist.

Auch die vorgenannten Beobachtungen von VOGES und SCHMIDT-RIMPLER ergeben sich aus dieser Auffassung in natürlicher Weise.

Eine weitere Bestätigung erblicken wir in einer Beobachtung von KLIEN (l. c.). Wurde das Objekt langsam ausgeführt, so gaben die Untersuchten oft schon nach kurzer Zeit an, dafs es verschwunden sei. Wurde nun aber die Untersuchung in diesem Augenblicke des ersten Verschwindens nicht abgebrochen, führte man das Objekt vielmehr noch weiter nach der Peripherie, so wurde es sehr bald wieder gesehen, um kurz darauf wieder zu verschwinden usf. Solche Schwankungen kamen, ebenso wie bei der Ausführung, auch bei der Einführung vor. Bei hintereinander vorgenommenen Untersuchungen fanden sich die negativen Phasen immer an anderer Stelle, so dafs organisch bedingte Unregelmäfsigkeiten in der Netzhautempfindlichkeit nicht anzu-

schuldigen sind. Verglich man die Stelle, an welcher das Objekt bei zentripetaler Führung zum ersten Male sichtbar wurde, und wo es bei zentrifugaler Führung zum letzten Male schwand, so zeigte sich eine starke Reduktion, resp. völliges Verschwinden des V. T.

Näher liegender als die mit Netzhautprozessen arbeitende Erklärung, welche Klien der von ihm beobachteten Erscheinung gibt, scheint mir folgende Deutung zu sein.

Die Vp. erklärt bei Ausführung das Objekt zum ersten Male für verschwunden, wenn sie zum ersten Male Fixierpunkt und Objekt nicht mehr gleichzeitig mit ihrer Aufmerksamkeit zu umfassen vermag, d. h. wenn das periphere Objekt anfängt, ihr für Augenblicke zu entschwinden. Einer erneuten Anspannung der Aufmerksamkeit, vielleicht auch einer relativen Abwendung der Aufmerksamkeit vom Fixierpunkt und einer lokalen Konzentration derselben auf das Testobjekt gelingt es dann eine Zeitlang immer wieder, das schon entschwundene Objekt nochmals in Erscheinung treten zu lassen. Für gewöhnlich wird ja nun aber die Untersuchung im Moment des ersten Verschwindens, bzw. Erscheinens, abgebrochen; daher kann bei öfterem Neueinsetzen das angegebene Moment, die Unfähigkeit, einen Bezirk von gewisser Gröſse simultan zu überschauen, nur in geringerem Maſse in Betracht kommen.[1]

---

[1] Die Verhältnisse liegen nicht wesentlich anders, wenn man, wie Klien in einer anderen Versuchsreihe verfuhr, nicht das Erscheinen und Verschwinden eines einfachen Objektes, sondern das Getrenntsehen zweier Quadrate bzw. der beiden Schenkel einer Hakenfigur prüfte. Alles, was das Auftauchen und Verschwinden befördert, befördert auch das Deutlichsehen bzw. das Undeutlichsehen. Das erste Versagen der Aufmerksamkeit wird den Eindruck momentan undeutlicher erscheinen lassen; die darauffolgende lokale Konzentration der Aufmerksamkeit wird seine Deutlichkeit nochmals steigern. — Da Schmidt-Rimpler für gewöhnlich in einer dieser Methode sehr ähnlichen Weise vorgeht, so ist es nicht verwunderlich, daſs er den V. T. nur „auſserordentlich selten" konstatiert. „Ich frage allerdings wiederholt, ob nicht doch die Bewegung des Quadrates in der Gesichtsfeldperipherie wahrgenommen wurde. Dann wird sie auch wahrgenommen!" (Schmidt-Rimpler, Die Erkrankungen usw. S. 267.) — Mit dieser Auffassung des Klienschen Versuche befindet sich die von Groenouw (l. c.) beobachtete Tatsache durchaus im Einklang, daſs der V. T. nur in sehr mangelhafter Weise nachgewiesen werden kann, wenn man das Objekt nicht gleichmäſsig bewegt, sondern Intervalle des Stillstandes mit solchen der Bewegung abwechseln läſst. In diesem Falle ist die Auf-

Aber auch das zweite der oben angegebenen Momente wird in um so geringerem Maſse in Betracht kommen, je öfter ein Neueinsetzen stattfindet. Denn je peripherer sich das Objekt im Augenblick eines solchen neuen Einsetzens schon befindet, um so geringer ist die „Verwöhnung" des Urteils innerhalb dieser Abteilung des Versuches.

Der Foerstersche Verschiebungstypus ist also keineswegs ein Symptom, welches für die bei funktionellen Nervenleiden auftretende k. G. E. pathognomisch ist. Jeder Versuch einer Erneuerung dieser überholten Lehre wird mit Recht entschieden zurückgewiesen werden. Eine Theorie des V. T muſs aber, wenn anders sie das Erklärungsbedürfnis befriedigen soll, auch von der Tatsache Rechenschaft geben, daſs der V. T. bei k. G. E. im allgemeinen erheblich ausgesprochener ist als bei einem normalen Gesichtsfeld.

Die oben erwähnten Selbstbeobachtungen liefern, wie ich glaube, in Verbindung mit den entwickelten Anschauungen vom Wesen der k. G. E. auch zum Verständnis dieses Satzes den Schlüssel.

Besteht das Wesen der k. G. E. nicht in einer eigentlichen Aufhebung der durch die Netzhautperipherie vermittelten Empfindungen, sondern in der Herabsetzung der Fähigkeit, einen Bezirk von gewisser, sei es wirklicher, sei es scheinbarer Ausdehnung, simultan deutlich zu sehen, so wäre es verständlich, wenn sich bei derartigen Individuen die Fähigkeit, ein zentrales und ein peripheres Objekt simultan aufzufassen, — welchem Umstande wir ja beim Austrittsgesichtsfeld Bedeutung beimessen zu müssen glaubten — in erheblicherem Maſse eingeschränkt erwiese, als es unter normalen Umständen zu erwarten ist. Erinnern wir uns hingegen an die Tatsache, daſs das ungestörte Orientierungsvermögen bei eingeengtem Gesichtsfeld von unserem Standpunkt aus sehr wohl verständlich war, weil wir ja der Netzhautperipherie die Fähigkeit, zu empfinden, nicht absprechen zu dürfen glaubten, so ist es sehr wohl verständlich, wenn in dem Falle, wo es nur darauf ankommt, zu bemerken, daſs sich an

merksamkeit immer nur für relativ kurze Augenblicke beschäftigt; die Bedingungen für das Nachlassen derselben sind in viel geringerem Grade gegeben. Das Objekt wird erst an der Stelle, oder jedenfalls näher derjenigen Stelle verschwinden, an welcher es bei der Klienschen Methode der Führung zum letzten Male unsichtbar wird.

der Peripherie etwas bewegt, die Einschränkung erheblich geringer erscheint, als in dem anderen Falle, in welchem der Geprüfte die Auffassung zu einem simultanen Bilde anstrebt.

Ganz ähnlich liegen die Dinge bei dem zweiten der beiden Momente, welche nach der hier dargelegten Auffassung für das Zustandekommen des V. T. von Bedeutung sind. Wir überzeugen uns hiervon durch folgende Überlegung.

Wir haben früher (S. 145) festgestellt, dafs das Kostersche Phänomen ein feineres Kriterium[1] für die Wirksamkeit der „II. Komponente" darstellt als das Aubert-Foerstersche, insofern als das erstgenannte Phänomen schon bei geringeren Unterschieden der scheinbaren Gröfse auftritt als das letztgenannte. Ferner sahen wir, dafs die Wirksamkeit der „II. Komponente", wenn überhaupt, sicherlich noch schwerer, also nur bei Einführung noch bedeutenderer Gröfsenunterschiede, nachzuweisen wäre, als bei Benutzung des Doppelquadrates, wenn wir allein auf das noch viel rohere, weil eindringlichere Kriterium der Wahrnehmung eines ins Gesichtsfeld eintretenden Objektes angewiesen wären. Als eine neue Bestätigung unserer damaligen Ausführungen ist es anzusehen, dafs bei den der Erklärung des V. T. gewidmeten Selbstbeobachtungen — wir reden hier zunächst nur vom V. T. des Normalen — eine relativ grofse Unabhängigkeit der Wahrnehmung des Eintrittsobjektes von den Verhaltungsweisen der Aufmerksamkeit zutage trat.

Wir können demnach die genannten drei Kriterien mit drei physikalischen Instrumenten vergleichen, welche, im übrigen gleichartig, einem relativ schwachen Reize gegenüber eine sehr ungleiche Empfindlichkeit zeigen, also verschieden grofse Ausschläge liefern. Die „Instrumente" dienen dazu, den Einflufs der „zweiten Komponente" zu bestimmen.

Es sollen nun mittels der drei Kriterien zwei Individuen untersucht werden, bei denen die „II. Komponente" einen ver-

[1] Hiermit ist keineswegs gesagt, dafs das Kostersche Phänomen sicherer konstatierbar und darum für die normalpsychologische experimentelle Untersuchung, die unser Wegweiser in diesem ganzen Gebiet ist, unter allen Umständen geeigneter und bequemer sein müsse. Wir sahen vielmehr (vgl. I. Abschn.), dafs jenes Phänomen durch verschiedene Umstände, welche den Bedingungen seiner Entstehung entgegenarbeiten, leicht unterdrückt werden kann, und dafs es von einigen Versuchspersonen Kosters nicht beobachtet werden konnte.

schieden grofsen Einflufs auf die Grenzen des Gesichtsfeldes besitzt, nämlich ein normales und ein hysterisches. Benutzen wir das Kriterium des „Eintritts eines Objektes“, so erhalten wir wegen der Roheit dieses Kriteriums nur relativ wenig oder gar nicht verschiedene Werte. Die Gröfse des Unterschieds, die „Verschiedenheit der Ausschläge“ nimmt zu, wenn wir mittels des Kriteriums der „Getrenntheit der Quadrate“, und sie mufs, wie wir auf Grund unserer Befunde am Normalen zu schliefsen genötigt sind[1], noch mehr zunehmen, wenn wir uns des Kriteriums der Helligkeitsdifferenzen bedienen.

Beide Individuen werden also, wenn der Unterschied des Einflusses der „II. Komponente“ bei beiden nur relativ gering ist, den Eintritt eines Objektes ins Gesichtsfeld beinahe im gleichen Moment wahrnehmen. Trotzdem wird ein näher dem Zentrum gelegenes Objekt, dessen Existenz von beiden Individuen ganz sicher und bestimmt wahrgenommen wird, beiden Individuen einen recht erheblich verschiedenen Anblick gewähren, eben weil das Kostersche Phänomen ein so viel feineres Kriterium für den Einflufs der „II. Komponente“ darstellt, als die Wahrnehmung des Eintritts eines Objektes in das Gesichtsfeld. Ist auch die Grenze für die Wahrnehmung des Eintritts gar nicht oder nur wenig verschieden, so fällt doch die Deutlichkeit, in welcher die sicher und unzweifelhaft als im Gesichtsfeld vorhanden wahrgenommenen Objekte erscheinen, beim Hysterischen sehr viel rascher ab als beim Normalen. Neigt man also — und das ist, wie wir sahen (S. 195), der Fall — zu dem Urteil „verschwunden“, wenn man eigentlich nur „sehr viel undeutlicher geworden“ urteilen sollte, so wird der Hysterische das Urteil „verschwunden“ erheblich früher abgeben als der Normale, eben weil die Deutlichkeit bei ihm einem viel steileren Abfall unter-

---

[1] Konstellationen, welche in Anbetracht ihrer Beeinflussung der „II. Komponente“ nur geringe Verschiedenheit boten — wegen der relativ geringen Verschiedenheit der scheinbaren Gröfse, — liefsen das Kostersche, nicht aber das Aubert-Foerstersche Phänomen deutlich hervortreten (S. 91 u. 145). Es ist nur eine selbstverständliche Folgerung aus dieser Tatsache, dafs hinsichtlich der Gröfse des Kosterschen Phänomens ein relativ grofser Unterschied zutage treten wird, wenn man zwei Individuen untersucht, die sich hinsichtlich des Einflusses, welchen die „II. Kompenente“ bei ihnen hat, nur wenig unterscheiden, hinsichtlich des Aubert-Foersterschen Phänomens dagegen nur ein relativ geringer Unterschied.

liegt. Der Unterschied zwischen der Gröſse des Austrittsgesichtsfeldes beider Individuen kann also sehr bedeutend sein, obwohl sich die Eintrittsgesichtsfelder nur wenig oder gar nicht voneinander unterscheiden.

Es dürfte ein besonderer Vorzug der vergleichenden Untersuchungen W. Königs und Kliens über die Gröſse des V. T. bei Gesunden und Kranken sein, daſs die Aufnahme der normalen Gesichtsfelder nicht wesentlich an Fachgenossen, sondern am Anstaltspersonal erfolgte (König: Dienstpersonal und Wärter; nur einige Ärzte und Beamte. Klien: Wärter). Da ein Beobachter, der über die Erscheinungen reflektiert, leichter dahinkommt, falsche Kriterien, welche sich ihm aufdrängen, zu unterdrücken, so ist es erforderlich, zu den Vergleichsversuchen ebenfalls psychologisch ungeschulte Beobachter heranzuziehen, und zwar möglichst solche, die den Durchschnitt der Patienten an Bildungsgrad nicht überragen. Zur völligen Sicherstellung des Satzes über den Unterschied des V. T. bei Gesunden und Hysterischen müſsten freilich Massenuntersuchungen angestellt werden, wobei der eben berührte Gesichtspunkt möglichste Berücksichtigung zu erfahren hätte. Wir wollten nur zeigen, daſs sich dieser Satz, falls sich seine Richtigkeit weiterhin bestätigt, mit unseren allgemeinen Anschauungen sehr wohl vertragen würde. — Wenngleich ein exakter Beweis jenes Satzes nur durch Anstellung von Vergleichsversuchen erbracht werden kann, so ergibt sich ein Plausibilitätsbeweis schon aus der Betrachtung der Gesichtsfeldbilder, welche solchen Arbeiten beiliegen, und die den ungeheuren Betrag des V. T. in derartigen Fällen erkennen lassen. (Man vgl. z. B. O. König l. c. Fig. 49 u. 50, wo bei einer infolge von Diphtheritis an einzelnen Lähmungserscheinungen und anderen nervösen Störungen erkrankten Patientin das Einführungsgesichtsfeld nur sehr wenig eingeengt ist, während das Ausführungsgesichtsfeld den Fixierpunkt nur um wenige Grade überschreitet.)

Nur wenn die Erscheinung in den Fällen von Gesichtsfeldeinengung, als deren Attribut sie ja zunächst beschrieben wurde, einen besonders hohen Grad besitzt, ist auch verständlich, daſs der V. T. seine Entdecker als etwas ganz Auſserordentliches, Pathognomisches, in so hohem Maſse überraschte, und daſs die Erscheinung lange Zeit hindurch mit ungewöhnlich regem Interesse bearbeitet wurde. Die grundlegenden Arbeiten sind in der Schule Richard Foersters entstanden, unter den Augen des durch seine kritische Vorsicht und Zurückhaltung bekannten Forschers, in derselben Schule, in der das Perimeter zum ersten Male konstruiert, das normale Gesichtsfeldschema entworfen, und die Lehre von der Empfindlichkeit der Nutzhautperipherie unter normalen und pathologischen Verhältnissen nicht zum kleinsten Teile geschaffen worden ist. Es ist schwerlich anzunehmen, daſs jene Forscher niemals selbst vor dem Perimeter gesessen und die unter normalen Verhältnissen zu erwartenden Eindrücke gar nicht aus Erfahrung gekannt hätten.

Es ist auch nicht angängig, den Unterschied lediglich darauf zurückzuführen, daſs im allgemeinen der Gesunde mehr acht gibt als der Kranke. Voges (l. c.) fand bei 154 im übrigen gesunden Patienten der

Göttinger Augenklinik den V. T. 67mal, bei 46 Insassen der Irrenanstalt, welche die allerverschiedensten psychischen Störungen und Defekte aufwiesen, nur 13mal. Wäre nur ein Mangel an Konzentrationsfähigkeit schuld, so hätte man eher im letzteren Falle den gröfseren Prozentsatz erwartet. Auch W. König hebt die ganz besondere Art der hier vorliegenden Aufmerksamkeitsstörung und die Unvergleichbarkeit derselben mit gewöhnlicher Unaufmerksamkeit eindringlich hervor.

§ 4.

Wir wollen jetzt untersuchen, ob es nicht vielleicht doch Tatsachen gibt, welche mit der hier vertretenen Ansicht nicht zu vereinigen sind.

Klien hat neuerdings (l. c.) zu beweisen versucht, dafs die hysterische Gesichtsfeldeinengung aus der „Vorstellung des Krankseins" resultiere. Er ist sich selbst der Schwierigkeiten, welche dieser Ansicht entgegenstehen, wohl bewufst.

Es waren zu dieser Untersuchung mit Absicht zwei Patienten ausgewählt worden, bei denen nicht nur jeder Verdacht auf Simulation gänzlich ausgeschlossen war, sondern bei denen ein Interesse am Kranksein überhaupt nicht vorlag. Die eine Patientin (reine Hysterie) drängte zur Entlassung aus der Klinik, „hatte also eher ein Interesse am Gesundsein als „am Kranksein. Auch sonst liefs sich irgendein Interesse am Kranksein „oder irgendwelches Motiv zur Simulation nicht nachweisen." Im zweiten Falle handelte es sich um einen intelligenten Werkführer, der, früher gesund, im Anschlufs an einen Unfall erkrankte. Neben einem nach Ansicht jenes Autors zweifellos vorhandenen, aber schwer zu rubrizierenden organischen Nervenleiden diagnostizierte man eine traumatische Hysterie. Es bestand neben einzelnen Lähmungserscheinungen und Bewegungsstörungen eine totale Hemianästhesie der rechten Körperhälfte für alle Sinnesqualitäten auf Haut und Schleimhaut, ebendaselbst Aufhebung des Geruches und Geschmacks, sowie Hemihyperhidrosis und Hyperämie. Dem Patienten konnte nach dem Urteil des Autors die Einsicht nicht dafür fehlen, dafs er ein so schweres Nervenleiden hatte, dafs zu Übertreibung oder gar zu Simulation ein Anlafs nicht vorlag. Er macht nach Vorleben und Benehmen den Eindruck eines durchaus ehrenhaften Charakters, arbeitet trotz seines schweren Leidens in seiner Stellung, die man ihm wegen seiner bisherigen Verdienste und seiner speziellen Erfahrung beläfst, so gut es geht, weiter und will die Klinik unter ausdrücklichem Verzicht auf Rentenanspruch verlassen, blofs, um nicht Gefahr zu laufen, seine Stellung zu verlieren. An seiner Glaubwürdigkeit ist von keiner Seite gezweifelt worden. Ein objektives Symptom seiner Hemianästhesie bot er in Gestalt von Narben, die von Brandwunden herrührten, welche er sich dadurch zugezogen hatte, dafs er in einem Dampfbad den heifsen Dampfstrahl nicht spürte. Von irgend einer psychischen Veränderung scheint in diesem Falle nichts bemerkt worden zu sein.

Die „Vorstellung des Krankseins“ wird vielmehr lediglich in hypothetischer Weise erschlossen, weil der Autor nur mit ihrer Hilfe einen auffälligen Befund am Perimeter erklären zu können glaubt.

Nachdem das Gesichtsfeld zunächst in gewöhnlicher Weise bei geradeaus gerichtetem Blick untersucht worden war, wurde der Patient veranlaſst, nach einem mit dem Testobjekt im gleichen Meridian, aber auf der anderen Seite vom Perimeterzentrum gelegenen Punkte zu blicken. Wurde nun das Gesichtsfeld bei dieser neuen Blickrichtung untersucht, so war, obwohl in den vorliegenden Fällen an Simulation nicht gedacht werden konnte, eine, wenn auch nicht erhebliche, Erweiterung des Gesichtsfeldes zu konstatieren („Komplementärerweiterung“ [Klien]). Wurde umgekehrt der Blick im selben Meridian auf das Testobjekt zu abgelenkt, so fand in einer Reihe von Fällen eine deutliche Verengung der Gesichtsfelder statt („Nachschleppen des Gesichtsfeldes“). Das Gesichtsfeld „klebt“ zwar nicht absolut, aber doch bis zu einem gewissen Grade am Perimeter. Für ein deutliches Zustandekommen dieser Phänomene ist es wichtig, daſs abwechselnd mit geradeaus gerichtetem und abgelenktem Blick beobachtet wird.

Diese Erscheinung gestattet nach Kliens Ansicht keine andere Deutung als die, daſs der Patient eine „Vorstellung des Krankseins“ hat, welche sich in dem Augenblick, in dem die perimetrische Untersuchung unternommen wird, zu der Vorstellung des „Schlechtsehens“ spezialisiert; die Einengung des Gesichtsfeldes ist lediglich auf den suggestiven Einfluſs jener Vorstellung, deren Vorhandensein hypothetisch angenommen werden muſs, zurückzuführen. Nur wenn die k. G. E. suggeriert ist, erklärt sich der Einfluſs, den anderweitige Suggestionen auf sie haben; denn die „Komplementärerweiterung“ und das „Nachschleppen“ können nicht anders, als durch die Annahme einer Suggestion erklärt werden. Der Untersuchte kommt bei dem Fehlen physiologischer Vorstellungen auf die Idee, er müsse das Objekt immer an derselben Stelle des Perimeters sehen. Durch das starke Miſsverhältnis zwischen dieser Annahme und dem tatsächlichen Eindruck wird die Vp. dann doch veranlaſst, Angaben im Sinne einer Mitverschiebung des Gesichtsfeldes mit der Augenachse zu machen. Aus dem Zusammenwirken dieser beiden Antriebe ergibt sich ein Mittelding zwischen einem mit-

wandernden und einem am Perimeter „klebenden“ Gesichtsfelde. Diese Überlegungen lagen um so näher, da sich jene beiden Phänomene auch, und zwar in besonders ausgeprägtem Maſse, bei der zum Zwecke der Untersuchung absichtlich simulierten Gesichtsfeldeinengung seitens einer physiologisch nicht vorgebildeten Person zeigten.

Klien scheint die Schwierigkeit dieser Ansicht selbst zu empfinden; er betritt jenen Weg offenbar nur ungern und lediglich darum, weil seine Resultate eine andere Deutung nicht zuzulassen scheinen. Das Verfahren, lediglich aus der Beschaffenheit der Gesichtsfelder auf die Vorstellung „des Krankseins“ zu schlieſsen, dürfte denn doch nicht ganz unbedenklich erscheinen.[1]

---

[1] Die Schwierigkeit dieser Ansicht tritt besonders deutlich zutage, wenn man an den engen Zusammenhang zwischen der k. G. E. und den Sensibilitätsstörungen denkt. Der Hysterie ohne Sensibilitätsstörung fehlt im allgemeinen die k. G. E. (v. Frankl-Hochwart und Topolanski l. c.) Beruht die k. G. E. auf einer Hypofunktion von Sinneszentren, so hat dieser Zusammenhang nichts Überraschendes an sich.

Schwer begreiflich erscheint dagegen diese Beziehung, wenn man die k. G. E. auf die Vorstellung des Krankseins zurückführt. Ein Zusammenhang zwischen k. G. E. und Sensibilitätsstörung muſs zweifellos bestehen. Man wird daher wohl genötigt sein, auch die Sensibilitätsstörungen mittels der Vorstellung des Krankseins zu erklären. Zöge man nämlich für die Sensibilitätsstörungen eine ganz andersartige, etwa eine physiologische Erklärung heran, so würde man, welchen Inhalt sie immer haben mag, das augenscheinlich Zusammengehörige in der Theorie nicht als zusammengehörig hervortreten lassen. Vielleicht sucht man aber der Zusammengehörigkeit dadurch gerecht zu werden, daſs man annimmt, dem hysterischen Krankheitsprozeſs liege eine noch allgemeinere abstraktere Vorstellung als die des Krankseins zugrunde. Diese abstrakte Vorstellung spezialisiert sich einerseits zu der Vorstellung des Krankseins, die sich bei der Augenuntersuchung weiter zur Vorstellung des „Schlechtsehens“ spezialisiert. Andererseits spezialisiert sich jene abstrakte Vorstellung zu einer Vorstellung x, deren Inhalt noch unbekannt ist. Der Sensibilitätsstörung liegt entweder die Vorstellung x zugrunde, oder eine weitere Spezialisierung derselben. Für jene abstrakte Obervorstellung lieſse sich vielleicht im Notfalle ein Inhalt angeben. Jedermann kennt irgendein Exemplar jener zahllosen Nervenkranken, die immer auf der Schattenseite des Lebens zu stehen meinen. Sie haben nicht nur bald diese, bald jene Krankheit: alles was sie beginnen, miſslingt ihnen, alle Welt hat sich verschworen, sie zu ärgern und ihnen ein Bein zu stellen. Freilich wird hier wohl die Diagnose auf Neurasthenie sehr viel häufiger am Platze sein als diejenige auf Hysterie. Gleichgültig, welchen Inhalt die Obervorstellung hat, welchen möglichen Inhalt kann wohl die Vorstellung x haben, die der Sensibilitätsstörung

Wir müssen darum ernstlich prüfen, ob jene hypothetische Konstruktion denn auch wirklich unabweisbar notwendig ist.

Denken wir an unsere Versuche über die Gröfse des simultan überschauten Feldes beim Mikropsieversuch zurück, so fanden wir daselbst einen erheblichen Einflufs der lokalen Richtung der Aufmerksamkeit auf die Gröfse jenes Feldes. Wurde die Aufmerksamkeit auf die seitlichen Objekte konzentriert, so fiel der sonst so erhebliche Unterschied zwischen beiden Konstellationen fast völlig hinweg. Es liegt nun sicherlich die Annahme nahe, dafs auch die Komplementärerweiterung einfach darauf beruht, dafs der Untersuchte bei der Prüfung mit abgelenktem Blick seine Aufmerksamkeit relativ stark auf diejenige Stelle des Perimeters konzentriert, an welcher er bei der soeben vorausgegangenen Prüfung bei geradeaus gerichtetem Blick das Auftauchen des Objektes bemerkt hatte. Denn infolge der Unkenntnis der einschlägigen physiologischen Tatsachen, insbesondere der Empfindlichkeitsverhältnisse auf der Netzhautperipherie, wird der Patient dazu neigen, das Auftauchen an der gleichen Stelle des Perimeters zu erwarten. Dafs jene Erscheinungen nur dann deutlich auftreten, wenn man beide Prüfungsarten abwechseln

---

zugrunde liegt? Sucht man diese Frage zu beantworten, so wird man wohl schwerlich einen anderen Inhalt ausfindig machen können als wiederum denjenigen des „Krankseins". — Bei den Sensibilitätsstörungen stöfst nun aber diese Deutung auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Als das häufigste Stigma der Hysterie werden wohl nahezu allgemein die Anästhesien angesehen. Auch sind sie häufig Frühsymptom. Wie ist es zu erklären, dafs von den Individuen, die die Vorstellung des „Krankseins" haben, ein so erheblicher Prozentsatz, und zwar sehr häufig sogleich im Beginne der Krankheit, gerade auf den Gedanken kommt, die Berührungsempfindlichkeit verloren zu haben, die Gehörprüfung hingegen meist bestens besteht? In der Vorstellung des grofsen Publikums ist „Kranksein" gleich „Unwohlsein". In erster Linie gehört hierhin der Schmerz, dann aber auch das Daniederliegen solcher Funktionen, deren normaler Ablauf mit Lustgefühlen verbunden ist; krank ist auch, wer keinen Appetit hat. Die Berührungsempfindlichkeit gehört nicht zu diesen, den Menschen in so hohem Mafse interessierenden Dingen. Die Hyperästhesie und Hyperalgesie wäre wohl verständlich, die Hyp- und Anästhesie, sowie die Hyp- und Analgesie nicht. — Warum ferner sind gewisse Formen der Anästhesie, namentlich die Hemianästhesien, wieder so besonders häufig? Weiter haben die Patienten nicht nur selten eine Kenntnis von diesen Empfindungsstörungen, sondern sie sind geradezu „verblüfft" (Binswanger l. c. S. 182), wenn ihnen durch die Untersuchung das Vorhandensein einer Anästhesie nachgewiesen wird.

läſst, ist auf dem Boden dieser Ansicht gleichfalls verständlich. Untersucht man zuerst mehrmals bei geradeaus gerichtetem, dann mehrmals bei abgelenktem Blick, so werden sich die Nachwirkungen der ersten Konstellation bei den späteren Versuchen der zweiten vermutlich immer schwächer geltend machen. — In analoger Weise dürfte das Nachschleppen zu erklären sein. Der Patient konzentriert seine Aufmerksamkeit sehr stark auf den Punkt, an welchem er das Auftauchen des Objektes erwartet. Nun ist es aber, wie wir sahen (S. 173 ff.), eine Eigentümlichkeit des Gesichtsfeldes der Hysterischen, daſs bei Konzentration der Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Stelle die von den übrigen Punkten der Netzhaut aus hervorgerufenen Wahrnehmungen undeutlicher ausfallen, als dann, wenn eine Konzentration der Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Punkt nicht vorliegt, ja daſs einzelne Netzhautelemente, welche von der dem Aufmerksamkeitszentrum entsprechenden Retinastelle weiter entfernt sind und die unter den Verhältnissen des ungezwungenen Umherblickens sehr wohl Empfindungen vermitteln, nun überhaupt keine Wahrnehmungen mehr liefern. Beim gewöhnlichen Perimetrieren konzentriert der Patient seine Aufmerksamkeit vorwiegend auf den Fixierpunkt, daneben noch auf den äuſsersten Rand des Gesichtsfeldes. Dagegen bringen es die Versuchsbedingungen, unter denen KLIEN das „Nachschleppen“ beobachtete, mit sich, daſs das zweite Aufmerksamkeitszentrum nicht an der äuſsersten Grenze des Gesichtsfeldes, sondern näher dem Fixierpunkt liegt. Während das beim gewöhnlichen Perimetrieren an der Grenze des Gesichtsfeldes auftretende Nebenmaximum der Aufmerksamkeit der Deutlichkeit der von dort her ausgelösten Wahrnehmungen förderlich sein muſs, wird unter den Versuchsbedingungen KLIENS das jetzt mehr zentralwärts gelegene zweite Aufmerksamkeitszentrum die vom äuſsersten Rande des Gesichtsfeldes aus erregten Wahrnehmungen nicht nur nicht fördern, sondern, wegen des soeben in Erinnerung gebrachten Einflusses eines lokalen Aufmerksamkeitszentrums auf die von demselben nicht betroffenen Netzhautstellen, eher schädigen. Das Gesichtsfeld wird unter den genannten Untersuchungsbedingungen noch stärker eingeengt erscheinen, als bei Innehaltung der gewöhnlichen Perimetriermethode.

Abgesehen von den oben angestellten Erwägungen allgemeinerer Art muſs eindringlich darauf hingewiesen werden, daſs

Tatsachen bekannt sind, die mit jener Komplementärerweiterung eine unverkennbare Ähnlichkeit aufweisen, aus der KLIENschen Theorie aber unmöglich abgeleitet werden können, während sie aus den oben skizzierten Anschauungen auf ganz natürlichem Wege folgen.

GROENOUW (l. c.) verfuhr bei seinen Untersuchungen über den Einflufs der Akkommodation auf die Gesichtsfeldgrenzen oft in der Weise, dafs er das Gesichtsfeld zuerst bei Nahakkommodation, dann bei Fernakkommodation, am Schlusse wieder, wie am Anfang, bei Nahakkommodation aufnahm. Das letzte Gesichtsfeld war hierbei in der Regel weiter als das erste, obwohl beide unter denselben äufseren Bedingungen erhalten worden waren. Nun ist das Gesichtsfeld unter den besonderen Bedingungen, welche bei den GROENOUWschen Patienten vorlagen, bei Entspannung der Akkommodation weiter als bei starker Anspannung derselben, also bei Fernakkommodation weiter als bei Nahakkommodation. Die Gründe dieses Verhaltens werden wir alsbald kennen lernen. Es werden also hier, ebenso wie bei den zur Aufstellung der Lehre von der „Komplementärerweiterung" Anlafs gebenden Versuchen, Bedingungen eingeführt, welche die Aufmerksamkeit auf Stellen des Perimeters lenken, welche vorher — nämlich bei dem ersten der drei GROENOUWschen Versuche — aufserhalb des einigermafsen deutlich wahrgenommenen Bezirkes lagen. Durch den Wechsel der Akkommodation werden also hier hinsichtlich der Funktionen der Aufmerksamkeit ganz gleichartige Versuchsbedingungen eingeführt, wie bei den Versuchen KLIENS mittels des Wechsels der Blickrichtung. Es besteht somit in den Versuchen KLIENS und denjenigen GROENOUWS bezüglich des in Rede stehenden Punktes Gleichheit. Da nun jene bezüglich ihrer Beschwerden ziemlich gleichartigen Patienten GROENOUWS zum Teil durch die einfache Verordnung einer Brille geheilt wurden[1], und da auch sonst keinerlei Angaben vorliegen, welche auf eine psychische Alteration im Sinne der Hysterie schliefsen lassen, so müfste der Versuch, dieses der Komplementärerweiterung sehr verwandte Ergebnis aus der angeblichen „seelischen Primärveränderung der Hysterie" abzuleiten jedenfalls gekünstelt erscheinen. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir auch diese Tatsache in derselben Weise, wie die Komplementärerweiterung

[1] Wir kommen auf diese Fälle nochmals zu sprechen.

und das Nachschleppen, durch die einfache Annahme erklären, dafs die Vp. das Auftauchen des Objektes stets an derselben Stelle erwartet wie bei der unmittelbar vorhergegangenen Prüfung, und dafs sie daher ihre Aufmerksamkeit auf diese Stelle konzentriert. Mit Hysterie dürften diese Tatsachen schwerlich etwas zu tun haben.

Auch wenn sich etwa bei späteren vergleichenden Untersuchungen über die Gröfse des Phänomens an hysterischen und normalen Personen desselben Bildungsgrades ergeben sollte, dafs jene Erscheinung im ersteren Falle ausgeprägter ist, so wäre ein solches Ergebnis mit unseren Grundanschauungen sehr wohl verträglich. Die Grenzen des normalen Gesichtsfeldes sind eben relativ stärker durch die I. Komponente, die des eingeengten Gesichtsfeldes relativ stärker durch die II. Komponente bestimmt. Nun sahen wir aber bei der Analyse des A. F. G., dafs die „II. Komponente" durch die Art der Aufmerksamkeitsrichtung sehr stark beeinflufst wird. Bezüglich der „I. Komponente" ist Ähnliches nicht bekannt.

Ernstere Bedenken scheinen sich gegen die hier skizzierte Auffassung vom Wesen der k. G. E. aus der mehrfach erwähnten Untersuchung von Groenouw zu ergeben.

Gemäfs dem A. F. G. erweitert sich beim Normalen der simultan deutlich gesehene Bezirk auch bei Linsenmikropsie. Wir weisen bezüglich dieser Tatsache auf eigene Versuche hin, sowie auf die Beobachtungen von Emmert. Wenn unsere Ableitung der k. G. E. aus dem A. F. G. richtig ist, so müfste das eingeengte Gesichtfeld dem gleichen Gesetze folgen. Es müfste sich gleichfalls bei Linsenmikropsie erweitern. Nun hat Groenouw untersucht, wie sich die Grenzen des eingeengten Gesichtsfeldes verhalten, wenn durch Vorsetzung von Linsen der Akkommodationszustand in verschiedener Weise beeinflufst wird. Es scheint, dafs durch derartige Untersuchungen ein experimentum crucis für die Richtigkeit jener Anschauungen gegeben ist. Das experimentum crucis fällt negativ aus. Die Grenzen des eingeengten Gesichtsfeldes verengerten sich bei starker Anspannung der Akkommodation durch Vorsetzung einer starken Konkavlinse, sie erweiterten sich dagegen, wenn die Akkommodation mittels einer vorgesetzten Konvexlinse völlig entspannt wurde. Sehen wir uns indessen die Versuche von Groenouw etwas näher an!

Wir nehmen zunächst Notiz von der Beobachtung, dafs geringe Änderung der Akkommodation die Gesichtsfeldgrenzen nicht wesentlich beeinflufsten. Um eine merkbare Verschiebung

derselben zu erhalten, muſste die Akkommodation stark angespannt bzw. entspannt werden. Welcher Art waren ferner die Patienten, an denen diese in der Augenklinik angestellten Untersuchungen durchgeführt wurden? Die Untersuchung wurde, soweit sie uns hier interessiert, an 16 Fällen durchgeführt. Nicht die Gesichtsfeldeinengung oder andere spezifisch hysterische Symptome sind es, die im Vordergrunde des Krankheitsbildes stehen. Sämtliche dieser Patienten kommen im wesentlichen mit der gleichen Klage in die Augenklinik. Alle haben asthenopische Beschwerden; sie können nur ganz kurze Zeit lesen und arbeiten; nach Überschreitung dieser Zeit bemerkt der eine Kranke, daſs ihm schwarz vor den Augen wird, ein anderer, daſs das ganze Gesichtsfeld flimmert, wieder ein anderer, daſs die Objekte zu verschwimmen scheinen oder daſs die Augen zu tränen anfangen.

In 11 Fällen lautet die Diagnose auf einfache „Anaesthesia retinae", einmal auf Tabaksamblyopie, einmal steht die Erscheinung des Lidkrampfes im Vordergrunde, je einmal findet sich Myopia spastica und Hemeralopie; ein offenbar schwer zu rubrizierendes Krankheitsbild, bei welchem Druckempfindungen in beiden Augen, sowie starke Blendung durch helles Licht die einzigen Symptome waren, wurde als Kopiopia hysterica angesprochen.

Beachtenswert dürfte sein, daſs von den 16 in dieser Weise geprüften Individuen 13 hypermetropisch, 3 myopisch sind. Groenouw selbst miſst in seinen therapeutischen Schluſsfolgerungen der Anstrengung beim Akkommodationsakt für das Zustandekommen der Beschwerden seiner Patienten eine erhebliche Bedeutung bei. In einem dieser — anscheinend ziemlich gleichartigen — Fälle (Fall 9) von Anästhesia retinae, und zwar in einem besonders schweren, konnte ganz allein durch Verordnung der korrigierenden Konvexbrille völlige Heilung erzielt werden, ohne daſs die Patientin, eine Schneiderin, ihre Arbeit auszusetzen brauchte; gleichzeitig erreichte das vorher eingeengte Gesichtsfeld annähernd normale Grenzen. In dem mit Lidkrampf verbundenen Falle von Anaesthesia retinae schwanden die Beschwerden bei Vorsetzung der korrigierenden Brille augenblicklich und „wie mit einem Zauberschlage".

Wir werden also kaum fehlgehen, wenn wir annehmen, daſs die untersuchten Individuen durch eine starke Anspannung der Akkommodation in abnormem Maſse angestrengt werden, zum Teil wohl wegen ihrer Hypermetropie, zum Teil vielleicht aus unbekannten Günden.

Schon FOERSTER hatte widerraten, die Anaesthesia retinae (Amblyopie) den hysterischen Affektionen im engeren Sinne zuzurechnen. In eine sehr enge Beziehung wurde dieses Symptom zur hysterischen Gesichtsfeldeinengung durch die Theorie von WILBRAND gebracht, jedoch, wie man wohl jetzt fast allgemein zugibt, mit Unrecht.

Nun wissen wir aus den Versuchen von SANTE DE SANCTIS (l. c.), dafs sich auch das normale Gesichtsfeld erheblich einengen kann, wenn die Aufmerksamkeit während der Untersuchung auch noch durch andere Dinge, als durch das Gesichtsfeld, in Anspruch genommen wird. Ganz Ähnliches ist, wie wir sahen, am eingeengten Gesichtsfeld festgestellt worden.

Wenn es nun in einem Teil dieser recht gleichartigen Fälle völlig sicher gestellt ist, dafs den betreffenden Individuen schon der Akkommodationsaufwand bei der gewöhnlichen Naharbeit verhängnisvoll geworden ist, was liegt dann näher als die Annahme, dafs ihre Aufmerksamkeit vom Gesichtsfeld abgelenkt werden wird, wenn man sie, wie es bei diesen Untersuchungen geschieht, zu einer starken Anspannung der Akkommodation zwingt? Vielleicht kommt ihnen hierbei eine lästige Anstrengungsempfindung zum Bewufstsein; vielleicht auch erfahren ihre Beschwerden eine momentane Steigerung; vielleicht schliefslich ist nur ein abnorm hoher Innervationsaufwand nötig.

Selbst im letzten Falle könnte die Aufmerksamkeit vom Gesichtsfeld abgelenkt werden. Starke Innervationen beeinträchtigen die Aufmerksamkeit auch für Empfindungen (vgl. z. B. EBBINGHAUS, Grundzüge der Psychol. 1. Aufl. S. 572).

Eine der genannten Möglichkeiten wird sicherlich zutreffen, vielleicht jedoch alle drei.

Wenn in einem der Fälle die Beschwerden „wie mit einem Zauberschlage“ schwinden, sobald den Kranken die Akkommodationsanstrengung durch Vorsetzung der korrigierenden Konvexbrille erspart wird, was liegt da näher, als die Annahme, dafs die Untersuchungspersonen im Falle der Akkommodationsentspannung unter günstigeren Versuchsbedingungen, unter erhöhter, bzw. weniger stark abgelenkter Aufmerksamkeit beobachten?

Die Versuche von GROENOUW sind also unter Bedingungen angestellt, welche der wegen der Linsenmikropsie erwarteten Gesichtsfelderweiterung in durchsichtiger Weise entgegenwirken müssen. Da der Abstand zwischen Auge und Fixierpunkt, bzw. Perimeterobjekt ein so geringer ist, und das Auge an sich schon

stark für die Nähe akkommodiert, so darf man von einer etwaigen infolge von Mikropsie eintretenden Erweiterung überhaupt nicht viel verlangen, wie ja auch unsere eigenen und die Kosterschen Beobachtungen nur eine Veränderung der Deutlichkeit des Objektes erkennen liefsen, nicht aber eine Änderung der objektiven Einstellung. —

Die Tatsache, dafs in höchst seltenen Fällen eine k. G. E. mit allen sonstigen für diese Kategorie charakteristischen Symptomen durch ein zentrales Skotom abgelöst werden kann, vermag gleichfalls die hier dargelegten theoretischen Anschauungen nicht zu erschüttern. Der Fall, welcher in der deutschen Literatur hierfür als Beleg angeführt wird, ist von A. v. Graefe beobachtet und betrifft einen achtjährigen, von jeher zarten und nervösen Knaben, der sich in Rekonvaleszenz von Masern befand.[1]

Dafs toxische und infektiöse Einflüsse einerseits eine Exazerbation einer bestehenden allgemeinen Neurose hervorrufen, andererseits lokale Symptome von seiten des Nervensystems, auch des peripheren, auslösen können, ist eine bekannte Erscheinung. Allerdings nahm Pitres an, dafs zentrales Skotom bei reiner Hysterie — ohne Gehirnläsion — vorkomme. Féré und andere Beobachter verneinen das Vorkommen solcher Formen, und Janet ist bei seinem grofsen Material niemals auf eine solche gestofsen.

§ 5.

Überblicken wir nochmals den bisher zurückgelegten Weg! Da wir uns genötigt sahen, eine Abänderung der „II. Komponente“ der Sehschärfe der Peripherie, eine Verminderung der Fähigkeit des Überschauens für die k. G. E. verantwortlich zu machen, so könnte es den Anschein gewinnen, als ob wir auf die von Janet begründete Erklärung der k. G. E. und der Anästhesien durch eine Einengung des „Bewufstseinsfeldes“ zurückgekommen seien.

Wir glauben ganz im Gegenteil, vom experimentellen Standpunkt aus diese Deutung abweisen zu müssen. Wenn Janet die k. G. E. auf „eine Einengung des Bewufstseinsfeldes“ zurück-

---

[1] Vorträge aus der von Graefeschen Klinik, *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.* 3, 1865, S. 265ff.

führt, so besitzt dieser Begriff bei ihm eine ganz prägnante, nur aus seiner Psychologie verständliche Bedeutung.

Wenn auch wir mit gewissem Rechte von dem oben entwickelten Standpunkt aus die k. G. E. als auf einer Einengung des Bewufstseinsfeldes beruhend bezeichnen könnten, so würden wir doch nur scheinbar und nur in Worten dasselbe wie Janet sagen, in Wirklichkeit aber einen anderen Sinn mit diesen Worten verbinden.

Eine Übereinstimmung in den Worten ist nicht mit einer Übereinstimmung in der Sache identisch, wenn der Eine der Redenden jene Worte in prägnantem, terminologischem Sinn gebraucht.

Es ist eben gerade eine der wichtigsten Thesen Janets, dafs es sich bei der k. G. E. und den Anästhesien der Hysterischen nicht um Störungen der Empfindungen handelt, sondern um eine Schwäche der „Ich-Wahrnehmung" um eine Krankheit des „Ich-Bewufstseins." „Sie liegt . . . im Geist. Wir halten ein „für allemal daran fest, dafs das Wort „Geist" die höchsten Tätig„keiten des Gehirns bzw. der Hirnrinde ausdrückt . . . . Im „Geiste selbst erstreckt sich die Krankheit nur auf bestimmte Vor„gänge. Sie ist nur selten eine Störung der Elementarempfin„dungen, die in ihrem Wesen und ihren Eigentümlichkeiten un„verändert bleiben. Sie erstreckt sich auf eine ganz besondere „Geistestätigkeit, auf die „Ich-Wahrnehmung", die uns in jedem „Moment des Lebens befähigt, neu aufgenommene Empfindungen „untereinander und mit dem „Ich"-Bewufstsein zu verknüpfen."

Jede k. G. E., jede Anästhesie hat ihre Wurzel in der zugrundeliegenden Psychose. Niemals soll es gestattet sein, diese sensorischen Symptome auf eine Störung im Gebiete der Sinneszentren zurückzuführen. Dort spielen sich die Elementarempfindungen ab, welche unverändert sind. Die Hysterie hat mit anderen Psychosen, z. B. mit der Paranoia, den Zug gemeinsam, dafs nur die höhere psychische Verarbeitung der an sich unveränderten Empfindungen und Wahrnehmungen ein von der Norm abweichendes Verhalten zeigt. Die Hysterie ist stets, in der Terminologie Wernickes gesprochen, eine Autopsychose.

Ganz anders ist die Auffassung der k. G. E., auf die die experimentelle Analyse des A. F. G. hindrängt. Die Sehschärfe der Netzhautperipherie stellte sich heraus als eine Funktion zweier unabhängiger Variabeln. Jene zweite Variable tritt

auch beim ganz Normalen in Erscheinung, bei vergleichender Prüfung des Gesichtsfeldes in der Nähe und in der Ferne; sie zeigt sich andererseits bei Vergleichung des Gesichtsfeldes eines Normalen mit dem unter gleichen Umständen aufgenommenen Gesichtsfelde eines Hysterischen. Im ersten Falle fand bei der Gesichtsfeldaufnahme in gröfserer Entfernung ein relatives Versagen der „II. Komponente“ statt, weil dieser hier eine zu grofse Leistung zugemutet wurde. Im zweiten Falle kam es zu einem solchen Versagen, wie wir gezeigt zu haben glauben, weil die „II. Komponente“ bei dem betreffenden Individuum eine Abänderung erfahren hat, eine abnorme Schwäche besitzt.

Es ist ganz ähnlich, wie auf anderen Gebieten der Sinnesempfindungen. Setzen wir einem weifsen Licht nur ganz wenig farbiges Licht zu, so wird auch vom Normalen der Zusatz zunächst nicht empfunden. Liegt Farbenschwäche vor, so kann der Zusatz auch dann noch unbemerkt bleiben, wenn er dem Normalen längst merklich ist. Die k. G. E. ist nur die pathologische Steigerung einer Erscheinung, welche auch beim ganz Normalen besteht, nämlich in Gestalt des Ferngesichtsfeldes.

Wie meine „Ich“-Wahrnehmung nicht relativ deutlich beim nahen Gesichtsfelde, relativ schwach beim Ferngesichtsfeld ist, so braucht auch bei zwei Individuen, die verschiedene Gesichtsfeldgrenzen aufweisen, das „Ich“-Bewufstsein nicht verschieden stark entwickelt zu sein. Wäre die k. G. E. lediglich aus der Pathologie bekannt, so wäre diese Deutung immerhin nicht ganz ausgeschlossen. Sie mufs ausgeschlossen werden, nachdem sich gezeigt hat, dafs die k. G. E. beim ganz Normalen vorkommt, ohne dafs bei ihm inzwischen irgend eine Änderung im „Ich“-Bewufstsein stattgefunden hat, und dafs die Charakterzüge der pathologischen k. G. E. denen der normalen entsprechen.

Mit dem angedeuteten Grundgegensatz zwischen den von Janet vertretenen und den hier dargelegten Anschauungen hängt eine weitere Differenz eng zusammen. Nach Janet hat der Kranke die Wahrnehmungen der Netzhautperipherie entweder dauernd „abgestofsen“, oder diese „Nichtberücksichtigung“ erhält sich wenigstens während der Dauer einer gewissen Zeit ununterbrochen. Nach der hier vertretenen Ansicht wird die k. G. E. und die „Abstofsung“ der Wahrnehmungen des indirekten Sehens — wenn man sich so noch ausdrücken darf — jedesmal erst im Augenblick der perimetrischen Untersuchung hervor-

gerufen. Es handelt sich also keineswegs um eine dauernde Ablenkung der Aufmerksamkeit von jenen Wahrnehmungen.

An keiner Stelle der Untersuchung waren wir genötigt, auf das „Ich“-Bewuſstsein zurückzugreifen. Und wenn wir im folgenden den Versuch machen, eine Theorie des A. F. G. zu entwickeln, so wird sich wiederum alles in den der Empfindung dienenden Teilen des Gehirnes abspielen. Dieselben Vorgänge in den Organen der Empfindung, welche nach der dort darzulegenden Vermutung zur normalen k. G. E. führen, werden auch die pathologische k. G. E. hervorrufen. Diese Vorgänge werden dort wegen irgend einer unbekannten Besonderheit nur leichter ausgelöst werden als unter normalen Umständen. Worin diese besondere Beschaffenheit besteht, darüber werden wir keine Vermutung äuſsern, weil wir es vermeiden möchten, eine Hypothese über der anderen aufzuschichten.

Aber was auch immer spätere Forschungen über das Wesen der hysterischen Veränderung lehren mögen, so wird es doch dabei bleiben, daſs nicht alle hysterischen Veränderungen aus dem „Geiste“ ableitbar sind, wenn man mit diesem Worte Janets nur die höchsten, nach der populären Terminologie die „Persönlichkeit“ konstituierenden seelischen Funktionen bezeichnet.

Nach der Ansicht Binswangers gehört die Hysterie nicht zu denjenigen Psychosen, welche sich, wie die Paranoia „nur „auf eine ganz besondere Geistestätigkeit erstreckt“; die Hysterie ist gleich der Neurasthenie eine Allgemeinerkrankung, „im wesent„lichen bestimmt durch pathologische Verschiebungen der Erreg„barkeitszustände der Groſshirnrinde.“

Im allgemeinen bereiten die sensorischen und motorischen Störungen, welche jene Auffassung der Hysterie als einer relativ allgemeinen Erkrankung als Erscheinungen von „Hypo- oder Afunktion“ ansieht, der Durchführung dieser Ansicht keine erheblichen Schwierigkeiten. Am ehesten hätte man dieser Ansicht noch die k. G. E. entgegenhalten können; aber auch dies geschähe, wie wir dargelegt zu haben glauben, ohne Grund.

Andererseits aber ist es kein Zufall, daſs wir uns genötigt sahen, vor einer Verwechslung der hier dargelegten Ansicht mit derjenigen von Janet zu warnen. Die k. G. E. zeigt in der Tat ein Janusantlitz; und nach dem gegenwärtigen Stand unserer Analyse scheint es in der Tat, daſs sie Züge nicht nur von der Theorie Binswangers, sondern auch von derjenigen Janets besitzt.

Aus dieser Verlegenheit wird uns erst die Analyse der organisch bedingten Sehstörungen und die dadurch zu gewinnende Einsicht in die Funktionsweise der zentralen Sehsubstanz einen Ausweg zeigen. Wir werden daselbst zu der Annahme gedrängt, daſs die Sehsubstanz als Ganzes funktioniert, daſs sie tatsächlich auf eine Schädigung mit einer Beeinträchtigung der Funktion des Überschauens antwortet, und daſs es darum durchaus nicht verwunderlich ist, wenn die k. G. E. Züge zeigt, welche sich auf den ersten Blick am leichtesten aus der Theorie Janets zu erklären scheinen, während eine eindringendere Analyse das Symptom als Äuſserung eines Hypofunktionszustandes des Sinneszentrums anzusehen genötigt ist.

Die Erkenntnis des Wesens der k. G. E. dürfte gerade darum eine gewisse prinzipielle Bedeutung besitzen, weil dieses Symptom mit den „Dissoziationserscheinungen", die im höheren Seelenleben der Hysterischen eine wesentliche Rolle spielen, tatsächlich eine gewisse Ähnlichkeit besitzt. Es rückt der Gedanke in den Bereich der Möglichkeit, daſs es dereinst gelingen werde, dem Wesen jener rätselhaften Krankheit durch eine mit dem Einfachsten beginnende Analyse, also gewissermaſsen durch eine „Betrachtung von unten" beizukommen. Janet verfährt in anderer Weise. Dieser Forscher geht ja bei der Erklärung der gewöhnlichen und auch den leichtesten Fällen zukommenden Anästhesien von den „systematischen Anästhesien" aus, welche zweifellos durch Vorgänge des höheren und höchsten Seelenlebens ausgelöst sind, auf ganz anderer Stufe stehen, wie die gewöhnlichen Anästhesien, und zwar bei den schwer degenerativen Fällen der Pariser Hospitäler häufig vorkommen mögen, den leichteren und mittelschweren Krankheitsbildern dagegen fremd sind. „Er hat damit einen Weg beschritten, der bei der induktiven „physio-psychologischen Forschungsmethode ungewöhnlich ist, in„dem er aus den kompliziertesten seelischen Vorgängen die „elementarsten Empfindungsstörungen erschlieſsen will" (Binswanger). Wenn in der normalen Psychologie auf die Ähnlichkeit der Bahnungserscheinungen bei den Reflexen mit gewissen Phänomenen der Aufmerksamkeit hingewiesen wird, so denkt niemand daran, dieses Phänomen des höheren Seelenlebens als die „Ursache" jener primitiveren Erscheinung anzusehen. Ebenso faſst man den Umstand, daſs die Untersuchungen über die motorische Einstellung zu ähnlichen Ergebnissen führten wie

diejenigen über das Gedächtnis, lediglich als einen Hinweis darauf auf, dafs die Funktionsweise der nervösen Substanz trotz vielfacher Verschiedenheiten doch gewisse gemeinsame Züge besitzt. Diese „Betrachtung von unten" darf auch bei der Hysterie einsetzen, weil jener Erkrankung eben nicht eine isolierte Veränderung in einer ganz bestimmten Sphäre, „im Geiste", zugrunde liegt, sondern eine weit allgemeinere Funktionsstörung.

§ 6.

Nur ungern haben wir diese Abschweifung ins pathologische Gebiet unternommen. Sie war aber gefordert durch die rein theoretischen Interessen der Sinnespsychologie. Ist die Anschauung richtig, wonach die Sehschärfe der Netzhautperipherie eine Funktion z w e i e r unabhängiger Variabeln ist, so war zu erwarten, dafs es auch zwei verschiedene Formen von Gesichtsfeldeinengung geben werde, je nachdem die „erste" oder die „zweite" Komponente der peripheren Sehschärfe eine Abänderung bzw. Schwächung erfährt.

Diese Vermutung hat sich bestätigt; und die Tatsache dieser Bestätigung ist eine neue Stütze für die Richtigkeit jener theoretischen Ansicht.

Als Vorbild hat uns die besonders von G. E. Müller in ihrer Fruchtbarkeit und Tragweite gründlicher erkannte Methode vor Augen geschwebt, in der Psychophysik der Farbenempfindungen die Zahl und Beschaffenheit der Netzhaut- bzw. der psychophysischen Prozesse auf Grund der Zahl und Beschaffenheit der Ausfallsysteme zu ermitteln. — Zu Ende führen können wir die Analyse der k. G. E. erst, nachdem wir uns mit den Sehstörungen bei organischen Hirnkrankheiten beschäftigt haben werden.

Auf eine Frage von prinzipieller Bedeutung werden wir allerdings die Antwort auch dann noch schuldig bleiben müssen. Wir haben im bisherigen lediglich die T a t s a c h e ermittelt, dafs bei gewissen funktionellen Nervenleiden nur ein kleinerer Bezirk gleichzeitig überschaut werden kann, als unter normalen Verhältnissen. Zur positiven Beantwortung der Frage, welche psychischen[1] oder physiologischen Veränderungen für das Eintreten dieses Erfolges verantwortlich sind, bot die bisherige Unter-

[1] Das Wort im weitesten Sinne gebraucht.

suchung keine Handhabe. Bei den organischen Hirnkrankheiten werden wir wiederum der Tatsache begegnen, dafs ein Kranker gleichzeitig nur ein kleineres Feld deutlich sehen kann, als ein Normaler. Ebenso wie wir uns bei der k. G. E. ausdrücklich dagegen verwahrten (S. 163), dafs man in unseren Ausdrücken zur Bezeichnung des tatsächlichen Verhaltens schon Erklärungsversuche erblicke, ebenso ersuchen wir jetzt, die im folgenden Kapitel vorkommenden Termini „Seelenlähmung des Schauens", „Beeinträchtigung der II. Komponente" u. dgl. wiederum nur als Bezeichnung einer Tatsache, nicht als einen Erklärungsversuch aufzufassen.

Können wir somit die Frage nach der Ursache der Beeinträchtigung des Überschauens weder auf Grund der Analyse der funktionellen noch auf Grund derjenigen der organischen Sehstörungen im positiven Sinne beantworten, so vermögen wir doch gewisse naheliegende Erklärungsversuche auszuschliefsen. Wir sahen, dafs weder eine „Schwäche des Ich-Bewufstseins" noch eine allgemeine Herabsetzung der Aufmerksamkeit, Unaufmerksamkeit im gewöhnlichen Sinne, für die k. G. E. verantwortlich sein kann. Die Ausschliefsung der ersteren Hypothese gestaltete sich, um das Wesentliche kurz zu wiederholen, folgendermafsen. BINSWANGER hat gezeigt, dafs die hysterischen Stigmata, zu denen die k. G. E. gehört, nicht erst einem Zerfallvorgang der Persönlichkeit nachfolgen, sondern dafs sie demselben voraufgehen und selbst in jenen leichtesten Fällen vorkommen, in denen niemals eine Störung des höheren Seelenlebens merkbar wird. War somit JANETS Lehre vom Wesen der k. G. E. eigentlich schon durch Tatsachen widerlegt, so bestand doch noch die Schwierigkeit, dafs die paradoxen Eigenschaften der k. G. E. anscheinend nur mit der JANETschen Deutung verträglich waren. Vorstehende Untersuchung vermochte nachzuweisen, dafs jene Eigenschaften nur die Steigerung von Eigenschaften der normalen optischen Wahrnehmungsvorgänge darstellen. Wer die Tatsachen der k. G. E. nur mit der Annahme einer zugrunde liegenden „Ich"-Schwäche für vereinbar erklärt, der mufs, wie wir sahen, konsequenterweise auch das „Ich" eines normalen Beobachters bald für stärker, bald für schwächer halten, je nachdem der Beobachter in die Nähe oder in die Ferne blickt.

Die Hypothese einer allgemeinen Aufmerksamkeitsstörung, der Unaufmerksamkeit im gewöhnlichen Sinne, war darum aus-

zuschliefsen, weil gerade bei denjenigen Erkrankungen, in denen jene Störung besonders ausgeprägt ist, die k. G. E. zu fehlen pflegt. Wir mufsten ferner darauf hinweisen, dafs die allgemeine Aufmerksamkeitsstörung ein ganz anderes Gesichtsfeldbild bedingt, dafs die Grenzen hier nicht abnorm eng sind, sondern dafs sie abnorm zackig verlaufen. Aber weit entfernt davon, dem abnorm zackigen Gesichtsfeld zu ähneln, zeigt das konzentrisch eingeengte Gesichtsfeld gerade abnorm glatte Grenzen, da es die mannigfachen Aus- und Einbuchtungen, durch welche sich das normale Gesichtsfeld von der Kreisform erheblich unterscheidet, nicht oder nur in abgeschwächtem Mafse mitmacht. Endlich war der Verschiebungstypus bei Kranken mit k. G. E. besonders stark, bei Patienten mit allgemeiner Aufmerksamkeitsstörung besonders schwach ausgesprochen (S. 202). Ebensowenig wie bei der k. G. E. werden bei den organischen Sehstörungen die Hypothesen der „Ich"-Schwäche und der allgemeinen Aufmerksamkeitsstörung in Betracht kommen.

W e l c h e n Grund nun aber die Beschränktheit des Überschauens, sowohl beim Normalen, wie insbesondere auch in Krankheitsfällen, hat, das können wir z. Z. nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Drei Möglichkeiten scheinen sich darzubieten. Obwohl bei dem Kranken die a l l g e m e i n e Aufmerksamkeit nicht gestört ist, so könnte es doch eine b e s o n d e r e Funktion der optischen Aufmerksamkeit geben, deren Leistungsfähigkeit bei den Patienten eingeschränkt sein könnte. Zweitens könnte man — das Vorhandensein eines besonderen, von den Empfindungen verschiedenen Aufmerksamkeitsprozesses ist hier wiederum vorausgesetzt — annehmen, dafs die Entwicklung der Empfindung bei diesen Kranken auf irgendwelche abnorme Widerstände stöfst, deren Überwindung nur durch eine abnorm starke Konzentration der Aufmerksamkeit auf die Gesichtseindrücke gelingt. Eben wegen dieser starken Aufmerksamkeitskonzentration vermögen die Kranken gleichzeitig nur einen kleinen Teil des Gesichtsfeldes über die Merkbarkeitsschwelle zu heben.

Die dritte Möglichkeit wäre die, dafs es Aufmerksamkeit als eine von den Empfindungen verschiedene Funktion überhaupt nicht gibt. Die Unüberschaubarkeit — die normale wie die gesteigerte pathologische — käme dadurch zustande, dafs sich die der Empfindung dienenden Nervenprozesse gegenseitig in hemmender Weise beeinflussen. Dafs die letztere Auffassung

nicht fernliegt, werde ich unten darlegen (III. Abschnitt), allerdings mit Reserve; denn die betreffenden Darlegungen haben nicht nur zur Voraussetzung, daſs unsere Hypothese über die psychophysische Repräsentation der Sehgröſse wirklich das Richtige trifft, sondern es wird dabei auch auf den augenblicklichen Stand der Aufmerksamkeitsfrage verwiesen werden. Ich neige aber auf Grund noch unabgeschlossener Untersuchungen zu der Ansicht, daſs der gegenwärtig sehr anerkannten Lehre vom Wesen der Aufmerksamkeit möglicherweise keine Allgemeingültigkeit zukommt.[1]

Aber welche der drei Erklärungen auch zutreffen mag, auf jeden Fall handelt es sich bei der k. G. E. um eine Störung von Wahrnehmungsvorgängen, nicht um eine Beeinträchtigung des höheren Seelenlebens; denn die erste Erklärung statuiert eine Beeinträchtigung einer besonderen optischen Aufmerksamkeit, die zweite und ebenso die dritte Erklärung nimmt eine Abänderung des Empfindungsprozesses selbst an.

Wäre es möglich, zwischen den drei genannten Erklärungen für das Wesen der Sehstörungen zu entscheiden, so wäre damit gleichzeitig auch die Frage beantwortet, ob Aufmerksamkeit als besondere Funktion existiert. Die vorliegende Untersuchung führt eine Lösung dieses wichtigen Problems nicht herbei.

II. Kapitel.

Nachweis der Beziehungen zwischen dem Zweikomponentensatz und den Sehstörungen bei organischen Hirnerkrankungen.[2]

§ 1.

Ist als Grund der k. G. E. ein Zustand der „Hypofunktion“ in den bei der Sinneswahrnehmung beteiligten Funktionen an-

---

[1] Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daſs die ganze Arbeit, mit Ausnahme der Darlegungen im § 3 des III. Abschn. von der Bezugnahme auf eine bestimmte Aufmerksamkeitstheorie frei und darum auf keine derartige Theorie festgelegt ist. Übrigens neige ich für meine Person, obwohl die Ebbinghaussche Aufmerksamkeitslehre m. E. nicht allen Aufmerksamkeitserscheinungen gerecht wird, und darum der Ergänzung bedarf, doch der Ansicht zu, daſs ihr für weite Tatsachengebiete auch fürderhin Gültigkeit zugeschrieben werden dürfte, und daſs die Aufmerksamkeitsphänomene, mit denen wir es in vorliegender Arbeit gelegentlich zu tun haben, eben diesen Gebieten zuzurechnen sind.

[2] Zu diesem ganzen Kapitel ist S. 216 ff. zu vergleichen. Anderen-

zunehmen, nicht aber eine tiefere, lediglich der Hysterie eigentümliche Störung des „Ich-Bewuſstseins", so erhebt sich die Frage, ob nicht vielleicht verwandte Störungen auch bei organischen Hirnerkrankungen vorkommen. Diese Frage ist in bejahendem Sinne zu beantworten.

Balint[1] hat kürzlich einen Symptomenkomplex beschrieben, welchen er als „Seelenlähmung des Schauens" bezeichnet. Da es sich um einen intelligenten Kranken handelte, war eine genauere Untersuchung der Sehstörung möglich. Daſs hier eine organische Erkrankung vorlag, ist über jeden Zweifel sicher gestellt. Nach sechsjährigem Bestehen der Erscheinungen trat der Tod ein. Im Marklager, darunter auch in demjenigen der Hinterhauptslappen, befanden sich beiderseits ausgedehnte Herde.

Bei der Prüfung der Sehschärfe fiel auf, daſs der Patient zuerst den am rechten Ende einer Zeile befindlichen Buchstaben las. Als man ihn auf die Eigentümlichkeit seines Verhaltens aufmerksam macht, fragt er erstaunt, ob denn noch etwas anderes da sei. Daſs diese hochgradige Enge des Gesichtsfeldes nicht auf einer Beeinträchtigung der „I.", sondern auf einer solchen der „II. Komponente" beruht, geht aus folgender Tatsache hervor. Während das Gesichtsfeld im allgemeinen auſserordentlich klein ist, werden auch die auf anderen Teilen der Netzhaut sich abbildenden Eindrücke perzipiert, wenn die Aufmerksamkeit durch besondere Aufforderung nach der betreffenden Stelle des Sehraums eindringlich hingelenkt wird. Dieses Verhalten ist aber gerade bezeichnend für eine Gesichtsfeldeinengung durch Beeinträchtigung der „II. Komponente".

Balint charakterisiert das Verhalten des Patienten gelegentlich dahin: er überblicke „nicht ein Gesichtsfeld von bestimmter „Gröſse, sondern es hat in seinem Gesichtsfelde nur ein einziges „Bild Platz". Man könnte hiernach denken, daſs es sich nicht um eine Beeinträchtigung des „geometrischen", sondern um eine solche des „arithmetischen" Umfangs der Aufmerksamkeit handele (vgl. S. 110), also um eine Sehstörung, welche mit der bei Hysterischen beobachteten nichts gemein hat. Dieses Bedenken wird aber bei näherer Betrachtung der Erscheinungen

falls sind die hier zur Verwendung gelangenden Termini der Gefahr der Miſsdeutung ausgesetzt.

[1] *Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurologie* 25, 1909, S. 51.

hinfällig; denn die Störungen erweisen sich bei genauerer Analyse wiederum nur als der Ausdruck einer Beschränkung der Fähigkeit, einen einigermafsen ausgedehnten Bezirk gleichzeitig deutlich zu sehen.

„Dieses Bild (sc. das einzige, welches er gerade sieht), kann „beliebig grofs sein, er sieht es vollkommen, nimmt hingegen „während der Fixation eines noch so kleinen Bildes von einem „anderen keine Kenntnis. Eine ganze menschliche Gestalt z. B. „sieht er mit einem Blick sofort, er kann die Gröfse angeben, „die Farbe der Kleider usw., bei der Fixation einer Stecknadel „aber kann er die 5 cm von ihm stehende Kerzenflamme nicht „perzipieren."

Es wird ein Dreieck an die Tafel geschrieben, und in eine Dreieckseite wird ein Buchstabe hineingezeichnet. Der Patient sah zunächst nur das Dreieck. Es entging ihm, dafs die eine Seite durch den Buchstaben unterbrochen war.

„Diese Erscheinung mufs man jedenfalls mit der mangelhaften Auf- „merksamkeit des Kranken in Zusammenhang bringen. Bei jedem Sehakt „sah ich, dafs seine Aufmerksamkeit sehr oberflächlich ist. Wenn er auch „von dem gesehenen Gegenstand ein allgemeines Bild gewinnt und ihn im „grofsen und ganzen richtig erkennt, so liebt er es nicht, in die Details „einzudringen. Es wird dies übrigens bei gewissen Sehakten zur Ursache „wesentlicher Fehler. So sah er auch beim Dreieck im ersten Moment, „dafs es ein Dreieck ist; nachdem seine Neugier dadurch befriedigt war, „kümmert er sich, seiner oberflächlichen Aufmerksamkeit entsprechend, „nicht mehr um den in der einen Seite des Dreiecks stehenden Buchstaben. „Als ich ihn darauf aufmerksam machte, lächelte er und sagte: „Ach, das „habe ich gar nicht angeschaut!" "

Da der Kranke dann, wenn es nicht auf genaueres Sehen ankommt, gröfsere Bezirke überblickt, da er z. B. eine menschliche Gestalt „mit einem Blicke sofort" sieht, so ist anzunehmen, dafs die hochgradige Gesichtsfeldeinengung erst in dem Moment zutage tritt, in welchem er seine Aufmerksamkeit einem bestimmten Gegenstande zuwendet. Ganz das gleiche ist, wie wir sahen (S. 173 ff.), bei den Hysterischen der Fall. Konzentriert der Kranke seine Aufmerksamkeit nicht auf ein bestimmtes Objekt oder auf einen bestimmten Punkt, so äufsert sich die Beeinträchtigung der „II. Komponente" gemäfs dem Kosterschen Phänomen nur in dem Undeutlicherwerden der Gesichtseindrücke. Der Kranke kann den Buchstaben nicht gleichzeitig mit dem ganzen Dreieck sehen, weil die Gesichtseindrücke bei Verteilung

der Aufmerksamkeit über ein so grofses Gebiet zu undeutlich werden. Wir haben hier wieder nichts anderes vor uns als das KOSTERsche Phänomen. Auch bei der k. G. E. der Hysterischen ist, wie man auf Grund des KOSTERschen Gesetzes erwartet, die Deutlichkeit innerhalb des überhaupt wahrgenommenen seitlichen Teiles des Sehraums herabgesetzt. Freilich zeigt sich die Störung bei dem BALINTschen Patienten ausgeprägter, als sie bei den Hysterischen zu sein pflegt. In dem Augenblick, in welchem eine Sehschärfenprüfung begonnen wird, ist ja die Aufmerksamkeit noch nicht auf einen bestimmten Punkt mit besonders hoher Intensität konzentriert. Wenn der Kranke also bei Darbietung der Prüfungstafel glaubt, es befände sich darauf nur e i n Buchstabe, so mufs das aufserhalb des „natürlichen Aufmerksamkeitszentrums“ Gelegene auch bei noch nicht besonders angestrengter Aufmerksamkeitskonzentration — wie man sie etwa beim Perimetrieren anzunehmen hat — unter dem Einflufs der KOSTERschen Gesetzmäfsigkeit bereits so undeutlich werden, dafs sich die Buchstaben überhaupt nicht mehr in erkennbarer Weise vom Grunde abheben. Der offenbar höhere Grad der Störung darf uns aber nicht daran hindern, sie mit der k. G. E. der Hysterischen auf eine qualitative Stufe zu stellen. In der Regel pflegen ja qualitativ gleichartige Symptome, die sowohl bei funktionellen, wie bei organischen Erkrankungen vorkommen, in Fällen der letzteren Art ausgeprägter zu sein.

Die besonderen Eigentümlichkeiten, welche der Kranke beim Lesen zeigt, sind nach dem bisher Bemerkten durchaus verständlich. Während er nämlich für gewöhnlich beim Lesen Fehler macht, liest er stets richtig, wenn man das Wort vor ihm schreibt und er jeden einzelnen Buchstaben sogleich ablesen kann. BALINT selbst erklärt das, wohl mit Recht, damit, dafs ihn das Sehen der Kreide beim Richten seiner Aufmerksamkeit unterstützt. Das Vorhandensein der Kreide, eines relativ grofsen und sich gut vom Hintergrund abhebenden Gegenstandes, wird ihm auch dann nicht entgehen, wenn sie sich aufserhalb seines natürlichen Aufmerksamkeitszentrums befindet. Dadurch, dafs er nun eine lokale Konzentration der Aufmerksamkeit an die Stelle der Spitze der Kreide vornimmt, wird auch der dort befindliche Buchstabe hinreichend deutlich, um erkannt werden zu können.

Auch das Ergebnis, welches die Prüfung des Augenmafses bei dem Patienten liefert, ist begreiflich. Primitive Aufgaben,

wie z. B. die Beurteilung der Länge eines Bleistiftes oder Stockes, werden in der Regel ziemlich genau ausgeführt. Bei schwierigeren Aufgaben hingegen, wie beim Halbieren einer Strecke, versagt der Patient gänzlich. Er gibt selbst an, er könne die einzelnen Teile des Bildes nicht gleichzeitig sehen. Die schwierigere Aufgabe erfordert eben eine relativ starke Konzentration der Aufmerksamkeit auf die einzelnen Teile des Bildes, und hiermit sind die Bedingungen für das Auftreten der Gesichtsfeldeinengung gegeben.

Der von uns vertretenen Ansicht, daſs die hier beobachtete Störung mit der Gesichtsfeldeinengung der Hysterischen auf eine Stufe zu stellen sei, hält man vielleicht die Tatsache entgegen, daſs die Gesichtsfeldaufnahme bei dem Patienten normale Verhältnisse ergab. Gegenüber diesem Einwand ist aber darauf hinzuweisen, daſs die Aufmerksamkeit des Patienten bei der Untersuchung des Gesichtsfeldes offenbar ausdrücklich und nachhaltig auf das periphere Objekt hingelenkt wurde. Denn der Patient sieht ja, wenn er sich selbst überlassen ist, und seine Aufmerksamkeit nicht fortwährend und immer von neuem angestachelt wird, nur den engen Bezirk, welcher sich im natürlichen Zentrum der Aufmerksamkeit befindet. Die Angaben von Schmidt-Rimpler lieſsen aber erkennen, daſs auch die k. G. E. der Hysterischen bei ausdrücklicher und nachhaltiger Hinlenkung der Aufmerksamkeit auf das Testobjekt zu verschwinden pflegt.

Wir haben oben dargelegt, daſs der k. G. E. der Hysterischen lediglich eine Störung in den der Sinneswahrnehmung dienenden Funktionen, nicht aber eine tiefer in das Wesen der Persönlichkeit eingreifende Veränderung, zugrunde liegt. Daſs das gleiche von dem Patienten Balints gilt, ergibt sich aus folgenden Ausführungen jenes Autors: „Mit Recht könnte man einwenden, „warum wir dies als Erkrankung der Sehsphäre bezeichnen, wenn „es sich um eine Störung der Aufmerksamkeit handelt. Bei „dem Kranken war aber die Aufmerksamkeit sonst nicht gestört, „er bemerkte nämlich den geringsten Reiz, wenn dieser seinen „anderen Sinnesorganen galt, und er hatte eine stets tadellose „Aufmerksamkeit für alles, was nicht mit dem Sehakt in Ver„bindung stand.“

Balint gibt an, daſs er eine Beschreibung ähnlicher Erscheinungen in der Literatur nur einmal gefunden habe, nämlich bei Hartmann. Dieser Autor schreibt von seinem Kranken Fol-

gendes:[1] „Die auch später noch wiederholt vorgenommene Ge-„sichtsfeldprüfung ergab eine eigentümliche Sehstörung, indem „der Patient die Gegenstände erst sieht, wenn er auf dieselben „aufmerksam gemacht wird, obwohl er nicht wirklich hemi-„anopisch ist.“ Ich möchte dem hinzufügen, daſs auch ein von BIELSCHOWSKY[2] beschriebener Fall hierher zu rechnen ist. Nach einem kurzdauernden Anfall von Bewuſstlosigkeit war auſser fast totaler optischer Asymbolie und hochgradiger Beeinträchtigung des Orientierungsvermögens folgende Störung zurückgeblieben: „Trotzdem bei der Gesichtsfeldprüfung gröbere Defekte nicht „festzustellen waren, trat für gewöhnlich nur das auf den Netz-„hautmitten gelegene Bild ins Bewuſstsein. Es entschwand „dem Kranken, sobald es durch unabsichtliches Verlieren der „zentralen Einstellung oder vom Untersuchenden mittels pris-„matischer Verschiebung — auf exzentrische Netzhautteile „gebracht wurde. Infolgedessen fehlten auch alle unter normalen „Verhältnissen bei peripheren Netzhauterregungen gleichsam „automatisch erfolgenden gleich- und gegensinnigen Einstellungs-„bewegungen der Augen, obwohl der motoriche Apparat intakt „war und prompt reagierte, wenn die Aufmerksamkeit, und damit „die Fixationsabsicht förmlich gewaltsam auf das periphere Netz-„hautbild gelenkt wurde, wie das bei der Gesichtsfeldprüfung „der Fall ist.“[3] ... „Der Kranke selbst hatte ... nie die Emp-„findung, als sähe er nur einen winzigen Ausschnitt von seiner „Umgebung, er erkannte z. B. im Moment des Vorbeigehens sein „Bild im Spiegel, umging auch Hindernisse ohne Zuhilfenahme „des Tastsinns“. Wahrscheinlich also ist auch hier, ganz wie bei den Hysterischen, erst der Akt der Fixation, bzw. die damit verbundene Konzentration der Aufmerksamkeit, die Ursache der hochgradigen Einengung.

---

[1] Die Orientierung. Leipzig 1902.

[2] Über ungewöhnliche Erscheinungen bei Seelenblindheit. Im „Bericht üb. d. 35. Vers. d. Ophth. Ges.“. Wiesbaden 1909, S. 176 u. im *Arch. f. Augenheilk.* **61**, S. 289.

[3] Wir kommen weiter unten noch auf die Störungen der Lokalisation zu sprechen, welche im Falle von BALINT vorlagen. Die Analogie zwischen diesem Falle und demjenigen von BIELSCHOWSKY zeigt sich auch darin, daſs auch in dem letzteren Störungen der Lokalisation — Scheinbewegungen beim Versuch, nach dem fixierten Objekt zu greifen, Unterschätzung der Entfernung und Mikropsie — vorhanden sind.

§ 2.

a) Nach den Ausführungen der im Bisherigen zitierten Autoren gewinnt es den Anschein, dafs das Symptom der „Seelenlähmung des Schauens" bei organischen Gehirnaffektionen nur sehr selten auftritt. Man darf jedoch nicht übersehen, dafs die „Seelenlähmung des Schauens" nur bei relativ eingehender Untersuchung und sorgfältiger Variation der Versuchsbedingungen erkannt werden kann, und dafs sie bei nicht hinreichend genauer Prüfung leicht andere Symptome vortäuscht. Es ist eine bedauerliche, aber nicht hinwegzuleugnende Tatsache, dafs die blofse Angabe des Perimeterbefundes und der Sehschärfe, worauf sich namentlich die älteren Autoren zu beschränken pflegen, keineswegs ausreicht, um die Natur der Sehstörung richtig zu diagnostizieren, und dafs sich somit zurzeit noch gar nicht absehen läfst, in wie zahlreichen Fällen, welche in der Literatur unter anderem Titel gehen, das hier in Rede stehende Symptom vorgelegen haben mag. Wenn vollends in aufserordentlich zahlreichen Fällen psychiatrischer Provenienz eine genaue Gesichtsfeldaufnahme wegen anderer Störungen, insbesondere solcher der Aufmerksamkeit, nicht vorgenommen werden konnte[1], und wenn man die Diagnose des Symptoms der Hemianopsie nur auf die Tatsache gründete, dafs der Kranke Gegenstände in der einen Hälfte des Gesichtsfeldes nicht zu bemerken schien oder daran anstiefs, so mufs natürlich die Möglichkeit offen gelassen werden, dafs hier, ganz ähnlich wie bei dem Patienten von Hartmann, Seelenlähmung des Schauens vorlag. Es ist bezeichnend, dafs die wenigen, angeblich so seltenen Fälle von „Seelenlähmung des Schauens" gerade aus der allerjüngsten Zeit stammen.

Man wird jedoch zuweilen auch bei den unter anderem Titel gehenden älteren Fällen aus mehr zufällig und beiläufig angestellten Beobachtungen auf das Vorhandensein des Symptoms schliefsen können.

Unter den Fällen von doppelseitiger homonymer Hemianopsie — Ausfall beider Gesichtsfeldhälften mit Ausnahme eines kleinen Bezirkes um den Fixierpunkt — pflegt auch derjenige

---

[1] z. B. in fast sämtlichen der 16 Fälle von Reinhard (*Arch. f. Psychiat.* **17** u. **18**).

von GAFFRON[1] aufgezählt zu werden. Nach einem Sturz auf den Hinterkopf, der eine klaffende Schädelfraktur verursachte, konnte nach anfänglicher Amaurose beim Wiederauftreten des Sehvermögens folgender Befund erhoben werden. Das erhaltene Gesichtsfeld ist von aufserordentlich geringer Ausdehnung; sein Durchmesser besitzt, in Winkelgraden gemessen, im Mittel etwa die Gröfse von 15°. Die Bestimmung der Sehschärfe ergibt ein überraschendes Resultat. „Patientin hat volle Sehschärfe „für die Nähe und Ferne, wenn man ihr einzelne Buchstaben „isoliert auf gröfserer weifser Fläche präsentiert." Während der Prüfung waren alle Buchstaben der SNELLENschen Tafel, mit Ausnahme des vordersten jeder Zeile, verdeckt. Die vordersten Buchstaben konnten bei diesem Verfahren bis zu $^6/_6$ herunter ohne weiteres abgelesen werden. Wurde jedoch die Verdeckung unterlassen, waren somit auch die dem vordersten Buchstaben benachbarten Buchstaben sichtbar, so erwies sich die Sehschärfe als stark herabgesetzt. Wenn GAFFRON diese Erscheinung dahin deutet, dafs die Auffindung der Buchstaben wegen der Kleinheit des Gesichtsfeldes notwendig auf Schwierigkeiten stofsen müsse, und dafs sie durch die isolierte Darbietung erleichtert werde, so wird man sich durch diese Erklärung wohl schwerlich befriedigt fühlen. Es ist schlechterdings kein Grund einzusehen, weshalb die Anwesenheit der ganzen Zeilen die Auffindung des vordersten Buchstabens erschweren soll. Die Auffindung mufs im Gegenteil bei Anwesenheit der ganzen Zeile eher leichter von statten gehen. Denn wenn die Kranke, nachdem sie den Anfangsbuchstaben der obersten Zeile gelesen hat, zu den kleineren Typen übergehen will, und wenn sie dabei den Anfangsbuchstaben der tieferen Zeile wegen der Enge ihres Gesichtsfeldes zunächst verfehlt, so wird sie doch sicher die tiefere Zeile an irgend einer Stelle mit dem Blick treffen; sie braucht die Zeile nur nach links hin zu verfolgen, um mit Sicherheit auf den Anfangsbuchstaben zu stofsen. Sind die Anfangsbuchstaben dagegen isoliert gegeben, so kommt dieses wertvolle Hilfsmittel zur Auffindung natürlich in Wegfall. Betrachtet man durch eine enge Röhre eine SNELLENsche Tafel oder eine in ähnlicher Weise beschriebene Wandtafel, wobei die Zeilen einmal ganz dargeboten werden, das

[1] Ein Fall von doppelseitiger homonymer Hemianopsie. In „Beiträge zur Augenheilkunde", herausgeg. von DEUTSCHMANN, **1**, S. 417.

andere Mal, mit Ausnahme der Anfangsbuchstaben, verdeckt sind, so sieht man unmittelbar, dafs es sich in der angegebenen Weise verhält. Nun ist aber gar nicht einzusehen, weshalb die Kranke bei derjenigen Versuchsmethode gröfsere Schwierigkeiten haben soll, welche ein Normaler, der mit verengtem Gesichtsfeld beobachtet, als die bequemere empfindet; denn psychische Störungen im eigentlichen Sinne zeigt die Kranke nicht. Ihr Orientierungsvermögen insbesondere läfst so wenig zu wünschen übrig, dafs die Sicherheit ihrer Bewegungen in Anbetracht der anfänglich bestehenden Amblyopie sogar als „auffallend" bezeichnet wird; ausdrücklich wird die Patientin als „intelligent" geschildert. Ist aber die Kranke psychisch normal und intelligent, so wird man von ihr ein ähnliches Urteil über die Bequemlichkeit der Methoden zu erwarten haben, wie es von einem mit künstlich erzeugtem Gesichtsfelddefekt beobachtenden Normalen gefällt wird. Es erscheint uns somit nicht angängig, das eigentümliche Phänomen, welches sich bei der Prüfung der Sehschärfe herausstellt, auf die angeblich gröfsere Schwierigkeit der Auffindung bei Darbietung der ganzen Zeilen zurückzuführen.

In gleichem Sinne spricht auch ein anderer Umstand. Alle Buchstaben einer Zeile der SNELLENschen Tafel gelten in der Praxis der Augenärzte als gleichwertig. Das Erkennen der Buchstaben einer bestimmten Zeile aus gewisser Entfernung soll eine bestimmte Sehschärfe verbürgen. Es wird daher keinem Augenarzt einfallen, einem Patienten z. B. die Sehschärfe $^6/_{18}$ zuzuschreiben, weil er wegen seines kleinen Gesichtsfeldes beim Übergang zu den folgenden Zeilen den Blick nicht immer gerade erst auf den Anfangsbuchstaben richtet, sondern einen anderen liest. Wenn es daher in der Arbeit von GAFFRON heifst, die Patientin sei bei freiem Lesen nur bis zu $^6/_{18}$ gekommen, während sie bei dem verdeckenden Verfahren noch $^6/_6$ erkannt habe, so will dieser Satz offenbar besagen, dafs die Buchstaben der Zeilen, welche sich unterhalb von $^6/_{18}$ befanden, g a n z a l l g e m e i n nicht gelesen wurden. Entgegnet man hierauf, dafs GAFFRON vielleicht durch seine Methode des Verdeckens, welche eine Bevorzugung der Anfangsbuchstaben in sich schlofs, dazu veranlafst wurde, sich auch bei der Prüfung durch freies Lesen gerade auf die Anfangsbuchstaben zu kaprizieren, so ist hierauf zu antworten, dafs die Methode des Verdeckens erst nach „fortgesetzten Versuchen" als wesentlich erkannt wurde, und dafs anfangs nach

von G[illegible] der gewöhnlichen Methode untersucht und dabei eine äufserst geringe Sehschärfe festgestellt wurde. Die Kranke mufs also ganz allgemein unfähig gewesen sein, die Buchstaben unterhalb von [illegible] bei Ausbleiben der Verdeckung zu lesen. Es wäre aber natürlich durchaus widersinnig, zur Erklärung dieser Tatsache wiederum auf die Enge des Gesichtsfeldes hinzuweisen, indem man etwa sagte, es falle der Kranken schwerer, i r g e n d einen Buchstaben der tieferen Zeile aufzufinden, als einen b e s t i m m t e n einzelnen Buchstaben; vielmehr ist das Umgekehrte mit Sicherheit zu behaupten. Läge also bei der Patientin nichts anderes vor, als ein stark eingeengtes Gesichtsfeld, samt der dadurch bedingten Unfähigkeit, einen bestimmten Buchstaben sogleich aufzufinden, so würde uns Gaffron offenbar berichten, dafs sich zwar die Sehschärfe bei der Untersuchung als normal erwies, dafs aber wegen der Schwierigkeit des Auffindens das Lesen der Zeilen nicht immer gerade mit dem Anfangsgliede begonnen wurde, und dafs die Patientin vielleicht auch gelegentlich in andere Zeilen hineingekommen sei.

Wenn der Bericht nun aber ganz anders lautet, wenn er das Bestehen einer stark verringerten Sehschärfe bei der gewöhnlichen Prüfung, einer normalen Sehschärfe bei Anwendung der Verdeckung betont, so ist hieraus zu entnehmen, dafs dieser Unterschied mit der Schwierigkeit des Auffindens gar nichts zu tun hat, sondern dafs die g l e i c h z e i t i g e Darbietung mehrerer Buchstaben bewirkt, dafs die einzelnen Buchstaben tatsächlich weniger scharf gesehen werden als dann, wenn sie isoliert vorgezeigt werden. Wir werden darum zu der Annahme gedrängt, dafs die bei der Sehschärfeprüfung beobachtete Erscheinung nur eine Äufserung des Kosterschen Phänomens darstellt, und dafs sie mit dem Verhalten des Balintschen Patienten, welchem der in die Dreiecksseite eingezeichnete Buchstabe bei Beachtung des ganzen Dreiecks undeutlich wurde, auf eine Stufe zu stellen ist. Eine Beobachtung, welche sich mit derjenigen Gaffrons in noch genauerer Weise deckt, als der Versuch von Balint, werden wir bei der Besprechung des Zennerschen Falles kennen lernen (S. 234).

Bei der Beurteilung der Frage, ob die Schwierigkeit des Auffindens die ihr von Gaffron zugeschriebene Bedeutung tatsächlich besitzt, ist auch zu berücksichtigen, dafs die freien Zwischenräume zwischen den einzelnen Buchstaben auf der Snellenschen

Tafel bei den kleinen Typen erheblich kleiner sind als bei den grofsen. Auch aus diesem Grunde würde man weit eher erwarten, dafs die Schwierigkeit des Auffindens bei den grofsen, nicht aber bei den kleinen Typen zur Geltung kommen werde. Man kann sich dieser Darlegung gegenüber auch nicht darauf berufen, dafs die Gröfse der Buchstaben selbst den durch die Gröfse der freien Zwischenräume bedingten Nachteil wieder wettmache. Nach der von uns kritisierten Ansicht besitzt die Patientin ja in Wirklichkeit normale Sehschärfe, aber ein aufserordentlich enges Gesichtsfeld, welches die Unfähigkeit, sich auf der Tafel zurechtzufinden, und damit den scheinbar ungünstigen Ausfall der Sehschärfenprüfung verursacht. Da die Kranke angeblich normale Sehschärfe besitzt, und da das Gesichtsfeld ein so enges sein soll, dafs nur die allernächste Umgebung des mit normaler Sehschärfe ausgestatteten Fixierpunktes funktioniert, so wird die Kranke einen Buchstaben, der in das winzige Gesichtsfeld überhaupt hineinfällt, auf jeden Fall finden, gleichgültig, ob das gerade Gesehene ein Stück eines grofsen oder eines kleinen Buchstabens ist.

Im Sinne unserer bisherigen Ausführungen spricht endlich auch der Verlauf. Eine Untersuchung nach $^3/_4$ Jahren ergab, dafs die Erscheinungen mit Ausnahme derjenigen im Gebiet der Sehschärfe unverändert waren. Die Sehschärfeprüfung ergibt jetzt, bei dem einen Auge wenigstens, volle Sehschärfe, gleichgültig, ob die Untersuchung mit oder ohne Verdeckung der Nachbarbuchstaben vorgenommen wird; die Besserung des anderen Auges ist weniger beträchtlich, bewegt sich aber in der gleichen Richtung. Wenn berichtet wird, dafs diese letzte Untersuchung den Zustand, abgesehen von den Verhältnissen der Sehschärfe, als vollkommen unverändert erscheinen liefs, so ist hierin wohl auch eingeschlossen, dafs das Gesichtsfeld sich nicht wesentlich erweitert hatte. Denn die hochgradige Gesichtsfeldeinengung war ja gerade das Kardinalsymptom und gab sogar den Titel für die Arbeit her. Auch diese letzten Erwägungen sprechen wiederum in dem Sinne, dafs es nicht statthaft ist, den Unterschied, welcher sich anfangs bei den beiden Prüfungsmethoden ergab, auf die Enge des Gesichtsfeldes zurückzuführen.

Schliefslich ist darauf hinzuweisen, dafs die relativ grofse Sicherheit hervorgehoben wird, mit der sich die Patientin bewegt. Auch dieser Umstand scheint darauf hinzudeuten, dafs die

peripheren Regionen der Netzhaut nicht schlechthin unempfindlich sind.

Bedenken gegen die hier gegebene Deutung des GAFFRONschen Falles könnte man höchstens aus der Lage des erhaltenen Gesichtsfeldrestes herleiten. Wenn nämlich unsere Deutung zutrifft, wonach die Fähigkeit des Überschauens bei der Patientin in hohem Grade eingeschränkt ist, so wird man, ähnlich wie bei der Einengung hysterischer Provenienz, ein den Fixierpunkt konzentrisch umschliefsendes Gesichtsfeld erwarten. Stattdessen ersehen wir aus dem Schema, dafs von dem Gesichtsfeld etwa der dem Fixierpunkt benachbarte Teil des linken oberen Quadranten gesehen wird, nach den übrigen Richtungen hin aber nur ein kleines, den Fixierpunkt umgebendes „überschüssiges Gesichtsfeld".

Um diesen Einwand zu prüfen, müssen wir daran erinnern, dafs sich für die Beeinträchtigung der Fähigkeit des Überschauens drei verschiedene Erklärungsmöglichkeiten darboten, zwischen denen wir nicht zu entscheiden vermochten (vgl. S. 218). Trifft nun etwa gerade die zweite der dort angegebenen Erklärungsmöglichkeiten zu, stöfst also die Entwicklung der Empfindung selbst auf abnorme Widerstände, die nur durch eine abnorme Anstrengung der Aufmerksamkeit und bei einer Beschränkung derselben auf Weniges überwunden werden kann, so ist von vornherein keineswegs selbstverständlich, dafs der Betrag des Widerstandes für Netzhautstellen, welche gleichweit von der Makula entfernt sind, stets gleichgrofs sein müsse.[1] Ein ungleichmäfsiges Verhalten der konzentrischen Netzhautstellen wäre auch dann nicht von vornherein auszuschliefsen, wenn eine Projektion der Retina auf die Sehrinde nicht besteht. Bei Fällen, die nicht zur Sektion gelangten, und bei denen zudem, wie hier, die Prüfung wegen anfänglicher Amaurose erst längere Zeit nach dem Unfall vorgenommen werden konnte, läfst sich über die Beteiligung subkortikaler Regionen infolge der Tiefenwirkung der Läsion, sowie durch Fernwirkungen und Degenerationen, nichts Sicheres aussagen. Aber auch, falls im Sinne einer der

---

[1] Im Falle der k. G. E. allerdings, im HARTMANNschen Fall und, wie man auf Grund der Ausführungen von § 2e wohl hinzuzufügen hat, bei der gewöhnlichen Hemianopsie würden die Widerstände für konzentrisch gelegene Netzhautstellen allerdings als gleich anzusetzen sein.

beiden anderen Erklärungsmöglichkeiten eine eigentliche optische Aufmerksamkeitsstörung vorliegt, — sei es, dafs optische Aufmerksamkeitsstörung Störung einer besonderen Funktion ist oder aus einer abnormen Wechselwirkung der Empfindungen entspringt — auch dann ist keineswegs notwendig, dafs sich die Aufmerksamkeit allen konzentrischen Punkten des Gesichtsfelds gegenüber gleich verhalten müsse. Welche der drei Erklärungsmöglichkeiten auch zutrifft, jedenfalls wird man darauf hinweisen können, dafs auch in den Fällen von Hartmann und Balint [1], in denen doch zweifellos Seelenlähmung des Schauens vorliegt, gleichzeitig eine Bevorzugung eines bestimmten Teiles des Gesichtsfeldes besteht. Wir werden weiterhin wenigstens die Vermutung be gründen, dafs das Kontingent halbseitiger Seelenlähmung des Schauens noch ein erheblich weiteres ist.

Man könnte versuchen, das Bestehen einer Bevorzugung der Richtung nach oben und nach links seitens der Aufmerksamkeit [2] noch durch eine andere Überlegung wahrscheinlich zu machen. Der Gedankengang, welcher hierzu führt, enthält allerdings ein hypothetisches Element und mufs darum mit dem in solchen Fällen erforderlichen Grad von Zurückhaltung vorgetragen werden. — Wir haben eine besondere Eigentümlichkeit, welche Gaffron bei seiner Patientin beobachtete, bisher noch nicht erwähnt (im übrigen war unsere Wiedergabe der wesentlichen Züge des Falles eine vollständige). Jene Eigentümlichkeit besteht darin, dafs die Patientin bei

---

[1] Der um 35—40° von der Mittellinie abstehende Gegenstand wurde jeweils zuerst gesehen, die übrigen erst bei ausdrücklicher Aufforderung, auf das sonst noch Vorhandene zu achten. Diese Richtung der Aufmerksamkeit nach rechts, welche bei dem Kranken beobachtet wird, beruht keineswegs, wie man zunächst annehmen könnte, auf einer Motilitätsstörung des Auges, welche etwa eine relative Erleichterung der Exkursion nach rechts im Vergleich zu denen nach anderen Richtungen mit sich brächte. Denn abgesehen davon, dafs sich eine Motilitätsstörung des Auges nicht feststellen liefs, wurde der rechts gelegene Gegenstand auch dann stets zuerst gesehen, wenn unter Wahrung strenger Fixation rechts und links je ein Gegenstand in das Gesichtsfeld hineingebracht wurde.

[2] Für die nachfolgende Darlegung ist es wiederum gleichgültig, welche der drei Erklärungsmöglichkeiten zutrifft, bzw. ob die Aufmerksamkeit in dem Falle wirklich oder nur scheinbar eine bestimmte Richtung bevorzugt; es ist für uns ganz gleichgültig, ob man eine besondere in gewisser Weise „gerichtete" Aufmerksamkeitsfunktion annimmt, oder ob man sich die „bevorzugte Richtung" nur scheinbar dadurch zustande gekommen denkt, dafs die den Empfindungen entgegenstehenden Widerstände oder auch ihre wechselseitigen Hemmungen in einem bestimmten Teile des Gesichtsfeldes besonders geringe sind.

der Aufforderung, einen fixierten Punkt zu berühren, stets zunächst einige Zentimeter zu weit nach unten und nach rechts greift, und darauf mit dem Finger erst langsam an den Gegenstand heranrückt, bis sie ihn deckt. Nun nimmt HERING bekanntlich an, daſs die Richtung der Aufmerksamkeit[1] nach rechts den Objekten des Gesichtsfeldes einen „Rechtswert" erteilt, und daſs Entsprechendes für die anderen Richtungen gilt. Maſsgebend sind für HERING bei dieser Annahme vor allem die Erfahrungen bei Augenmuskellähmungen. Die Täuschung über den Ort des fixierten Punktes, welche bei der Patientin zu beobachten ist, wäre verständlich, wenn man annehmen dürfte, daſs sie ihre Aufmerksamkeit, um sie dem auf der Stelle des schärfsten Sehens sich abbildenden Punkte des Auſsenraums zuzuwenden, erst nach unten hin und nach rechts wenden muſs, daſs also das „natürliche Aufmerksamkeitszentrum" nicht mit der Fovea des Doppelauges zusammenfällt, sondern daſs es eine Verlagerung von der Art erfahren hat, daſs bei ungezwungenem Verhalten stets der links oben gelegene Teil des Gesichtsfeldes beachtet wird. Die eigentümliche Lage des Gesichtsfeldrestes wäre dann ohne weiteres verständlich.

Dieser Deutungsversuch kann natürlich, solange nicht auch in anderen Fällen entsprechende Beobachtungen vorliegen, nur als eine plausible Vermutung gelten. BIELSCHOWSKY gibt von seinem Patienten an, daſs ihm ein Objekt, „solange er richtig fixierte", ruhig stehen zu bleiben schien, daſs es aber nach oben entschwebte, sobald er danach griff. Gleichzeitig fixiert auch der Patient den Gegenstand nicht mehr, sondern macht eine Augenbewegung. Es wäre denkbar, daſs der Patient darum eine Scheinbewegung sieht, weil sein „natürliches" Aufmerksamkeitszentrum möglicherweise nicht mit der Fovea zusammenfällt und jetzt nach Aufhören der strengen Fixation wieder an seinen natürlichen Ort zurückkehrt.

Im Falle von BALINT, bei welchem man nach diesen Ausführungen wegen der tatsächlich nachgewiesenen Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums entsprechende Störungen der Lokalisation erwarten könnte, wird nur angegeben, daſs der Patient „beim Suchen im Raume groſse Fehler" macht. Man wird nicht verlangen können, daſs ein etwa vorhandener konstanter Fehler in Anbetracht der beträchtlichen Gröſse, welche der variable Fehler in diesem Falle zu besitzen scheint, deutlich in Erscheinung treten werde. — Angemerkt sei noch, daſs auch GROENOUWS Patient[2] öfter über die Gegenstände hinweggriff und darüber hinwegblickte, obwohl in dem Fall — „doppelseitige homonyme Hemianopsie" — eine Motilitätsstörung des Auges ausgeschlossen werden konnte. Endlich hat E. BEYER[3] auſserordentlich starke Verlagerungen im Gesichtsfeld auch bei Anfällen von Flimmerskotom beobachtet, wobei ja Gesichtsfelddefekte auf funktioneller Basis auftreten.

[1] Auch diese Annahme legt sich auf keine bestimmte Aufmerksamkeitstheorie fest.

[2] Über doppelseitige Hemianopsie zentralen Ursprungs. *Arch. f. Psychiatrie* 23.

[3] Über Verlagerungen im Gesichtsfeld bei Flimmerskotom. *Neurolog. Zentralbl.* 1895, S. 10.

b) Das Lesen ist eine ziemlich verwickelte psychische Leistung, und an der Aufhebung dieser Fähigkeit können recht verschiedenartige Elementarstörungen schuld tragen. Dafs auch die „Seelenlähmung des Schauens“ Grund der Unfähigkeit zu lesen sein kann, das geht m. E. mit Sicherheit aus einem von Zenner[1] beschriebenen Falle hervor. Infolge eines Insultes ist bei der Patientin aufser anderen Störungen — mangelhaftes Gedächtnis, Ungeschicklichkeit der Handbewegungen — vor allem eine eigentümliche Sehstörung aufgetreten. Die Kranke ist weder rindennoch seelenblind. Sie scheint sogar ziemlich gut zu sehen. Sie erkennt sofort Personen, „die sie vielleicht jahrelang nicht ge-„sehen hat, sie sieht den kleinsten Flecken an der Zimmer-„decke.“ Trotzdem ist die Kranke gänzlich aufserstande zu lesen.

Zenner fafst das Ergebnis der Untersuchung in dem Satze zusammen, die Beobachtungen erweckten den Verdacht, „dafs „nur Bilder, die gleichzeitig auf einen kleinen Teil der Retina „fallen, zu ihrem Bewufstsein gelangen, so dafs, wenn sie einen „Gegenstand in dem peripherischen Teil ihres Gesichtsfeldes „sieht, sie nicht gleichzeitig einen Gegenstand erkennt, dessen „Bild die Macula trifft.“ Bei näherer Betrachtung der Sehstörung werden wir der Deutung, welche Zenner dem Falle gibt, nur zustimmen können.

„Ein einzeln stehender Buchstabe, wenn überhaupt gesehen, „wurde leicht erkannt; nicht, wenn er mit anderen zusammen-„stand. So wurde „M“, in eine gewisse Entfernung gebracht, „sofort erkannt. Dann wurde „M A“ in gleicher Distanz ge-„halten; aber es dauerte lange, bis sie „M“ wiedererkannte; sie „glaubte nach einer Weile auch den Buchstaben „A“ zu sehen, „sicher aber war sie sich der Sache nicht. Mit Zahlen ging es „etwas besser. Z. B. erkannte sie sofort „10“ und „13“; sie sah „von „131“ nur „13“; über die letzte Ziffer war sie zweifelhaft, „und gab sie dieselbe als verschwommen an.

„Ein anderes Mal zeigte ich ihr die Zahl „284“; sie erkannte „die Ziffern erst, als ich sie ihr einzeln vorhielt.“

In diesen Beobachtungen, spezieller in dem Undeutlicherwerden der Zeichen bei zu grofser Ausdehnung des Dargebotenen,

---

[1] Ein Fall von Unfähigkeit zu lesen (Alexie). *Neurol. Zentralblatt* 1893, S. 293.

glauben wir das genaue Analogon zu der von GAFFRON beschriebenen Erscheinung erblicken zu dürfen (vgl. S. 228).

Ähnlich wie im BALINTschen Falle ist die Beeinträchtigung der Fähigkeit des Überschauens auch hier eine aufserordentlich weitgehende; sie ist so beträchtlich, dafs die Patientin nur immer hier und da einen Gegenstand sieht, auf welchen ihre Aufmerksamkeit entweder zufällig gerade gerichtet ist, oder auf den sie durch besondere Hilfsmittel aufmerksam gemacht wird.

„Zeigte man ihr ein Buch, so konnte sie Buchstaben hier „und da erkennen, jedoch brauchten sie nicht zu ein- und dem„selben Worte, noch zu ein- und derselben Linie zu gehören. „Selten sah sie ein ganzes Wort, doch schien es mir dann, als „ob sie nicht alle, sondern nur einige Buchstaben dieses Wortes „sah, das ganze Wort ihr aber dann plötzlich in den Sinn „kam.“ . .

„In ihrem Zimmer waren die Worte „The Daily Times“ „angeschlagen; wochenlang studierte sie dieselben, ohne über „den Anfang hinausgekommen zu sein, d. h. sie konnte nur hier „und da einen Buchstaben sehen, lesen konnte sie die Worte „nicht.“

„Was einem zuerst bei der Untersuchung der so eigentüm„lichen Sehstörung dieser Kranken auffällt, ist nicht ihre Un„fähigkeit zu sehen, sondern die Schwierigkeit, mit der sie Dinge „auffindet. Sie kann augenblicklich eine ins Zimmer tretende „Person sehen, oder jemanden, der sie anredet oder einen Gegen„stand, dessen Lage sie kennt, oder worauf ihre Aufmerksamkeit „durch besondere Hilfsmittel gerichtet ist, z. B. durch Hin- und „Herbewegen des Objektes, aber ohne solche begleitende Neben„umstände bekundet sie grofse Schwierigkeit im Auffinden“ . . .

„Wie sich Patientin ausdrückt, ist es ihr zuweilen ganz un„möglich einen Gegenstand aufzufinden, und dann wieder taucht „er plötzlich vor ihrem Gesichte auf.“

Befremdend erscheint es, dafs die Kranke manchmal angibt, nicht zu wissen, ob sie einen Gegenstand sieht oder nicht sieht.

„Sie glaubt, Dinge, die sie überhaupt sieht, klar und deut„lich zu sehen, und mufs dies in gewissem Grade der Tatsache „entsprechen, denn sie erkennt Personen sofort, und wie bereits „erwähnt, sieht sie die kleinsten Gegenstände. Dessenungeachtet „besteht Unsicherheit. Sieht sie auf meine Brille, so weifs sie, dafs „sie das eine Glas sieht, doch ist sie ungewifs, ob sie das andere

„wirklich sieht, oder es nur zu sehen glaubt, weil sie von dessen „Anwesenheit weifs. Wenn, wie in der obenerwähnten Gesichts- „feldbestimmung, Patientin mein Auge fixiert, und ich ihr ein „Stück Papier vorhalte, das sie sieht, so weifs sie nicht sicher, „ob sie Auge und Papier zu gleicher Zeit sieht."

Diese befremdende Tatsache könnte den Verdacht auf eine verwickeltere und tieferliegende seelische Störung erwecken. In Wahrheit läfst sich aber auch diese Erscheinung in einfacher Weise aus der Beeinträchtigung des Überschauens erklären. Wir hatten im experimentellen Teil der Arbeit mit der Schwierigkeit zu kämpfen, dafs uns Augenbewegungen trotz sorgfältigster Selbstbeobachtung aufserordentlich leicht entgehen. Noch viel leichter entgehen einem sukzessive lokale Konzentrationen der Aufmerksamkeit an verschiedene Stellen des Gesichtsfeldes unter Festhaltung des Blickes. Konzentriert die Patientin ihre Aufmerksamkeit nacheinander erst auf das Auge, dann auf das Papier, so sieht sie allerdings zunächst nur das erstere, dann nur das letztere Objekt, und insofern ist ein Faktor gegeben, welcher sie zu dem Urteil zu bestimmen sucht, sie sähe die beiden Dinge nicht gleichzeitig. Andererseits wird die Patientin aber doch unschlüssig; denn ein zweiter Faktor legt das gerade entgegengesetzte Urteil nahe. Sie wird ja im allgemeinen nicht merken, dafs sie ihre Aufmerksamkeit sukzessiv an verschiedene Orte konzentriert, dafs sie sich also in den beiden Zeitmomenten verschieden verhält. Sie hält die beiden verschiedenen Beobachtungsbedingungen für gleiche; es werden eigentlich zwei Versuche angestellt, sie hält aber diese zwei Versuche für einen. Es wird daher bei ihr eine Tendenz auftreten, dasjenige anzugeben, was sie in beiden Zeitmomenten zusammen sieht.

Instruktiv, namentlich für den Fortgang unserer Untersuchung, ist auch das Verhalten des Gesichtsfeldes. Entsprechend dem Befund an Hysterischen fehlt auch dieser Patientin das Bewufstsein der tatsächlich nachgewiesenen konzentrischen Einengung. (Aus der Enge des Gesichtsfeldes kann aber nicht erklärt werden, dafs die Kranke gleichzeitig immer nur so wenig sieht; denn das Gesichtsfeld war im Vergleich zu einem normalen nur um 20—30° reduziert.) Mit Rücksicht auf den Fortgang der Untersuchung wollen wir eine Eigentümlichkeit des Gesichtsfeldes schon hier hervorheben. Konzentrisch eingeengt im eigentlichen Sinne war nur die linke Hälfte des Gesichtsfeldes bis zur Mittel-

linie, die rechte war vollkommen erloschen. Das Resultat war aber kein konstantes; zuweilen hatte nämlich das linke Gesichtsfeld normale Ausdehnung. Gleichzeitig schien dann auch die rechte Hälfte nicht völlig erloschen. Die Gegenstände wurden zwar dort nicht erkannt, aber die Patientin, sah, dafs „etwas" in jenem Gebiet war. Bei der Besprechung der Hemianopsien werden wir auf diese Beobachtung zurückkommen müssen.

Wenn die Kranke nicht anzugeben vermag, welche Richtung ein ihr vorgelegtes System paralleler Linien besitzt, so dürfte die Beeinträchtigung des Überschauens auch beim Zustandekommen dieser Erscheinung beteiligt sein. HOFMANN und BIELSCHOWSKY[1] haben gezeigt, dafs das Urteil über die Richtung von Linien in erheblichem Mafse von der sonstigen Ausfüllung des Gesichtsfeldes, also vom Sehen der Umgebung, abhängt. Hierher gehören wohl auch die Versuche von AUBERT u. a., wonach eine Linie in völlig dunkler Umgebung unter Umständen eine ganz andere Richtung zu haben scheint, wie im Falle der Sichtbarkeit bekannter Objekte. Da die Patientin immer nur einen winzigen Ausschnitt des Gesichtsfeldes sieht, so kommen diese aus dem Sehen der Umgebung entspringenden Anhaltspunkte in Wegfall, und ihr Urteil mufs an Sicherheit leiden.

Restlos vermag indes die hier versuchte Deutung des ZENNERschen Falles noch nicht zu befriedigen. Ein Normaler, der durch eine sehr enge Röhre sieht, würde drei Worte trotz noch so engen Gesichtsfeldes endlich einmal zusammenbringen. Wahrscheinlich ist hier folgendes mafsgebend. Der Normale vermag sich aus dem in einem bestimmten Augenblicke und aus dem unmittelbar vorher und nachher Gesehenen ein simultanes Bild zu konstruieren, welches er innerlich und, wie wir sehen werden (IV. Abschn. § 4), zuweilen sogar vermeintlich äufserlich gleichzeitig übersieht. Vielleicht ist nun mit der Störung des äufserlichen Überschauens häufig eine ganz analoge Störung im Gebiet des innerlichen Überschauens verknüpft, so dafs es dem Patienten nicht mehr möglich ist, optische Vorstellungskomplexe gleichzeitig zu überschauen. Wir werden aufser dem ZENNERschen Falle noch andere Beispiele kennen lernen, die für diese Vermutung sprechen. — Bei den Täuschungen

---

[1] Über die Einstellung der scheinbaren Horizontalen und Vertikalen. *Pflügers Arch.* 126.

über die Richtung von Linien endlich wirkt vielleicht auch der Umstand mit, dafs sich mit dem Symptom der Seelenlähmung des Schauens, wie wir sahen, häufig Lokalisationsstörungen verbinden. Auf einen weiteren Umstand, welcher wahrscheinlich mit hineinspielt, werden wir bei der Besprechung des STORCHschen Falles hinweisen (S. 239).

c) STORCH[1] hat den Nachweis zu führen versucht, dafs die reine Wortblindheit als eine Störung des Wahrnehmungsprozesses aufzufassen sei. Der Kranke verfehlt die Bezeichnung nicht darum, weil er zu der erlebten richtigen optischen Vorstellung das Wort nicht findet, sondern weil er gar nicht die unter normalen Bedingungen zu erwartende optische Vorstellung hat. Das räumliche Moment der optischen Wahrnehmung ist in solchen Fällen mangelhaft. Jede räumliche Gestalt ist nach STORCH für den Kranken erheblich vieldeutiger als für den Normalen. Daher das „Danebenhauen" des Kranken bei der Bezeichnung eines Gegenstandes, daher seine Ratlosigkeit bei der Betrachtung farbloser Bilder, welche zu den Resultaten bei Betrachtung farbiger deutlich absticht.

Man wird der Analyse von STORCH im wesentlichen zustimmen können.[2] Es erhebt sich dann aber immer noch die weitere Frage, worin denn die „Mangelhaftigkeit" der räumlichen Wahrnehmung des Kranken besteht; denn mit der Erklärung, dafs eine Störung im Gebiete des „stereopsychischen Feldes" vorliege, wird man sich schwerlich zufrieden geben können. Man wird zunächst an zweierlei denken: einmal könnte die Sehschärfe so stark herabgesetzt sein, dafs das Erkennen der Objekte dadurch unmöglich wird. Das ist aber bei dem Kranken durchaus

---

[1] Zwei Fälle von reiner Alexie. *Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurologie* **13**, 1903.

[2] Das Verhalten des Kranken läfst sich m. E. nicht immer als ein Ausflufs einer Störung des Raumsinns deuten. Bei Vorzeigung eines „Schwammes" sagt der Patient z. B.: „Zum Auslöschen, ein Radiergummi, ein Wischer, man macht es nafs und löscht damit aus"; bei „Kreide": „zum Schreiben". Der Patient nennt also in einzelnen Fällen nicht den Namen eines Gegenstandes, welcher ähnlich aussieht, sondern er gibt zuweilen die Gebrauchsweise des Gegenstandes richtig an, ohne den Namen desselben finden zu können. — Dafs sich bei organischen Hirnkrankheiten verschiedene Störungen und Symptome superponieren, wird auch anderwärts beobachtet und ist begreiflich.

nicht der Fall. Seine Sehschärfe ist besser als $^{1}/_{2}$, also weit besser als die Sehschärfe zahlreicher Menschen, die keineswegs wortblind sind. Zweitens liegt es nahe, anzunehmen, dafs das Formenunterscheidungsvermögen des Patienten zur genauen Auffassung der Dinge nicht hinreicht. Aber gerade die kleinen Elementarteile eines vorgeschriebenen Buchstabens gibt er im wesentlichen richtig wieder. Gerade bei der richtigen Auffassung dieser kleinsten Teile einer Zeichnung wird aber das Formenunterscheidungsvermögen am stärksten in Anspruch genommen.

Die Störung erstreckt sich m. E. in der Hauptsache auf etwas anderes. Die „Seelenlähmung des Schauens" ist offenbar auch hier vorhanden und von wesentlichem Einflufs. Das zeigt sich zunächst in dem Verhalten der Patienten bei der Betrachtung vorgelegter Gegenstände.

„Es macht den Kranken eine sichtliche Mühe, die einzelnen „Merkmale sinnlich aufzufassen, die zur Begriffsbildung nötig „sind. Sie zeigen das ja auch deutlich durch die anhaltende „und immer wieder erneute Betrachtung des Objektes. Haben „sie einige Merkmale, so gehört natürlich zu diesen ein bestimmter „Begriff, eine gröfsere Zahl von Worten, die durchgeraten werden. „Aber während das geschieht, wird ein neues Merkmal entdeckt, „ein altes vernachlässigt, das Raten geschieht in anderer Richtung, „aber niemals unter Berücksichtigung aller gefundenen Merk„male. So bemerkt vielleicht der Kranke jetzt die beiden Ringe „an den Griffen einer Schere. Diese bringen ihn auf „Brille", „was verworfen wird, weil er nunmehr die Schneiden sieht, oder „fühlt, dafs die Gläser fehlen. „Zum Schneiden, oder ein Gestell „zum Durchsehen" ist der in passende Worte gekleidete Gedanke."

Auf Grund dieser Schilderung ist die Erschwerung des Zugleichauffassens der einzelnen Teile des Objektes kaum zu verkennen.

Der Unterschied einfacher Mäanderfiguren, den jedes Kind angeben könnte, wird niemals richtig erkannt. Nach unserer Deutung erklärt sich das einfach dadurch, dafs von der Figur immer nur einzelne Strecken gesehen werden; ein sicheres Urteil darüber, was in den beiden Figuren gleich, was darin verschieden ist, kommt dann nicht zustande.

Charakteristisch ist ferner die Art, in der der Kranke Buchstaben nachzeichnet. „Fordert man ihn auf, den Buchstaben „nachzumalen, so tut er das langsam, indem er sorgfältig Zug

„um Zug vergleicht, und doch kommen dabei häufig fehlerhafte „Wiedergaben vor."

Dafs der Kranke immer nur einzelne Elementarteile der Buchstaben richtig wiedergibt, bei ihrer Zusammensetzung aber Fehler macht, das zeigt sich auch an den beigegebenen Schriftproben. Der Kranke zeichnet an dem „r" und an dem „a" ganz richtig den Auf- und Abstrich am Anfang, weiterhin dann eine Schleife, aber der räumliche Zusammenhang dieser Elementarteile wird nicht richtig wiedergegeben.

Auch das Verhalten der Sehschärfe bei dem Patienten ordnet sich unserer Deutung des Symptomenkomplexes bestens ein. Wir werden diesen Punkt, um Wiederholungen zu vermeiden, an späterer Stelle besprechen (S. 240).

Befremdend erscheint nur, dafs der Patient einzelne Elementarteile der vorgeschriebenen Zeichen nicht in der richtigen Orientierung, sondern in der dazu symmetrischen wiedergibt. Mach hat darauf hingewiesen, dafs symmetrische Zeichen leicht miteinander verwechselt werden. Sie müssen also für den unmittelbaren sinnlichen Eindruck etwas Ähnliches haben; auch bei anderer gegenseitiger Orientierung können gleiche Objekte den Eindruck mehr oder weniger grofser Ähnlichkeit erwecken. Ich glaube nun, dafs für die richtige Auffassung der Orientierung das Mitsehen der Umgebung — entweder das äufserliche Mitsehen in der Wahrnehmung oder das innerliche in der Vorstellung — von Wichtigkeit ist. Dafs das äufserliche Mitsehen bei dem Kranken gelitten hat, glauben wir wahrscheinlich gemacht zu haben. Wir hoben ferner schon bei der Besprechung des Zennerschen Falles[1] hervor, dafs auch die Fähigkeit des innerlichen Überschauens bei solchen Kranken vermutlich beeinträchtigt sein kann (vgl. auch S. 247.).

d) Den Einflufs lokaler Konzentration der Aufmerksamkeit in Fällen von Beeinträchtigung der Fähigkeit des Überschauens haben wir an verschiedenen Stellen der Untersuchung kennen gelernt. Der Hysterische vermag mit einer Netzhautstelle, die bei der gewöhnlichen Perimetriermethode unempfindlich er-

---

[1] Auch im Zennerschen Fall dürfte wohl die Unfähigkeit des innerlichen Überschauens an der Unsicherheit in der Beurteilung der Richtung von Linien beteiligt sein (vgl. S. IV, 38).

scheint, zu sehen, wenn seine Aufmerksamkeit auf die betreffende Stelle des Sehraums mit Eindringlichkeit hingelenkt wird. In noch weit ausgeprägterem Maſse zeigte sich der gleiche Einfluſs der Aufmerksamkeitskonzentration bei Seelenlähmung des Schauens auf organischer Basis. Stellen wir uns nun vor, die Beeinträchtigung der Fähigkeit des Überschauens nähme einen immer höheren Grad an. Man wird dann erwarten, Fällen zu begegnen, bei welchen selbst schon innerhalb eines kleinen den Fixierpunkt umgebenden Bezirkes nur bei besonderer Konzentration der Aufmerksamkeit deutlich gesehen wird. Hierher gehört offenbar eine von REINHARD an einer Patientin gemachte Beobachtung.[1] „Wenn sie nicht genau fixierte, sah sie alles wie „durch einen leichten grauen Nebel, undeutlich und ver„schwommen." Eine andere Patientin des gleichen Autors klagt, „es sei ihr oft, als habe sie einen Schleier vor den Augen. Ist „ihre Aufmerksamkeit aber erst erregt, so sieht sie besser." Der Patient von STORCH sieht die Dinge „wie verschmiert, wie durch „einen Schleier", obwohl die Prüfung der Sehschärfe, welche natürlich mit einer Konzentration der Aufmerksamkeit verbunden ist, eine relativ gute Sehschärfe ergibt. Der Seelenblinde LISSAUERS[2] klagt „sein Auge sei immer wie leicht verschleiert"; er müsse beim Lesen schon nach wenigen Worten eine Pause machen, „weil das scharfe Sehen ihn so sehr anstrengt." Trotzdem besitzt der Kranke die Sehschärfe $^1/_3$, während die Sehschärfe in dem hohen Lebensalter, in welchem sich der Patient befand, normalerweise auf die Hälfte reduziert zu sein pflegt.[3]

---

[1] Zur Frage der Hirnlokalisation usw. *Archiv f. Psychiatrie* 17, S. 745.

[2] Ein Fall von Seelenblindheit, nebst einem Beitrage zur Theorie derselben. *Arch. f. Psychiatrie* 21, S. 228.

[3] Man könnte auf den Gedanken kommen, den noch immer wenig aufgeklärten Symptomenkomplex der Dyslexie mit den hier erwähnten Beobachtungen in Zusammenhang zu bringen. Jenes, bisher nur im Vorstadium organischer Hirnkrankheiten beobachtete Symptom besteht bekanntlich darin, daſs der Patient immer nur 3—5 Worte zu lesen vermag, sich dann mit dem Ausdruck höchsten Widerwillens abwendet und durch kein Zureden zum Weiterlesen zu bewegen ist (vgl. R. BERLIN, Über eine besondere Art der Wortblindheit (Dyslexie), Wiesbaden 1887). Man könnte daran denken, daſs jene Kranken gleich den oben erwähnten nur bei besonderer Konzentration der Aufmerksamkeit scharf zu sehen vermögen, und man könnte weiter auf unsere Wiederholung des II. AUBERTschen Versuches bei instantaner Exposition hinweisen, wobei sich die lokale Konzentration der Aufmerksam-

Stellen wir uns nun vor, die Sehstörung sei qualitativ die gleiche wie in den Fällen der eben genannten Art, besitze aber einen noch höheren Grad. Die Undeutlichkeit der Gegenstände sei also, selbst innerhalb des Gebietes des Fixierpunktes, des natürlichen Aufmerksamkeitszentrums, noch beträchtlicher als in den vorigen Fällen. Kommen Fälle dieser Art vor, so werden die betreffenden Kranken den Eindruck erwecken, als ob sie für gewöhnlich überhaupt n i c h t s sähen, als ob sie blind seien. Bei eindringlicher Hinlenkung der Aufmerksamkeit auf das Gesehene wird aber wenigstens das im Gebiet des natürlichen Aufmerksamkeitszentrums, des Fixierpunktes, Gelegene hinreichend deutlich werden, um überhaupt zur Wahrnehmung zu gelangen.

Das Krankheitsbild, welches wir soeben im Zusammenhang der theoretischen Erwägungen postuliert haben, ist nun verwirklicht in dem Erscheinungskomplex, welchen Pick[1] als „apperzeptive Blindheit"[2] beschrieben hat. Auch die in Rede stehende Patientin hat eine mit anatomisch nachweisbaren Veränderungen des Gehirns verbundene Krankheit; sie leidet gleich der zweiten Patientin Reinhards, welche wir bei der Schilderung der Sehstörung geringeren Grades erwähnten, an Dementia senilis. „Wird „ihr ein Objekt vorgehalten und sie aufgefordert, dasselbe zu „fassen, so fixiert sie dasselbe überhaupt nicht, sondern schaut „in irgend einer anderen Richtung, und je mehr man sie „stimuliert, um so mehr, und faſst dann den Kamm oder die „Hand, welche das ihr entgegen gehaltene Objekt, z. B. eine „Semmel, trägt, oder das grüne Tuch, welches den Tisch bedeckt, „an welchem das Examen abgehalten wird." Bei eindringlicher Hinlenkung der Aufmerksamkeit auf die Objekte hingegen sieht die Kranke. „Sehr prägnant tritt die Erscheinung hervor, wenn

keit auf die Netzhautperipherie, infolge deren die Verdeutlichung auftrat und das Aubert-Foerstersche Phänomen ausblieb, als so anstrengend erwies, daſs die ganz normale Vp. bereits nach relativ wenigen Expositionen „genug zu haben" erklärte. Gegenüber der angedeuteten, ziemlich naheliegenden Deutung der Dyslexie ist jedoch der Einwand zu erheben, daſs einige dieser Patienten ausdrücklich erklärt haben, daſs sie nicht etwa „verschwommen" sähen; die Dyslexie dürfte daher den hier behandelten Sehstörungen n i c h t einzureihen sein.

[1] Über eine eigentümliche Sehstörung senil Dementer. In der Festschr. f. R. Frh. v. Krafft-Ebing, 1902, S. 35.

[2] Nach Analogie dieser Bezeichnung könnte man das vorher beschriebene Symptom mit dem Namen „apperzeptive Amblyopie" belegen.

„ihr ein brennendes Kerzchen vorgehalten wird; gelegentlich er-
„greift sie es und erkennt es, in anderen Fällen kann es ihr bis
„ganz nahe an die Augen herangeführt werden, sie sieht es
„sichtlich nicht, blinzelt dementsprechend auch nicht, und erst,
„bis es der Nase so genähert wird, dafs die Wärmewirkung auf
„diese letztere sich intensiv fühlbar machen mufs, wird ihre
„Aufmerksamkeit für das Kerzchen wiederum wachgerufen; das
„gleiche gelingt gelegentlich auch auf dem Wege des Geruch-
„sinns, z. B. beim Examen mit einer Zwiebel oder mit einer
„entzwei geschnittenen Zitrone." . . . „Das Prägnante der Er-
„scheinung tritt namentlich dann hervor, wenn die Kranke das
„ihr vorgehaltene Objekt anscheinend nicht gesehen, und auch
„keiner der eben geschilderten Versuche zum erhofften Ziele ge-
„führt hat, und sie nun ganz spontan, plötzlich das Objekt er-
„blickt, fafst und zuweilen auch richtig oder mittels Umschreibung
„bezeichnet."

Die hier versuchte Einordnung des Symptoms würde der Grundlagen entbehren, wenn bei der Kranken eine so hochgradige generelle Unaufmerksamkeit oder Demenz vorläge, dafs die Auffassung des Symptomenkomplexes als eine spezifische Störung der Gesichtswahrnehmungen Bedenken erwecken könnte. Dieses Bedenken besteht aber nach den Ausführungen von Pick nicht. „Dafs auch der Grad der Demenz kein derartiger war, „dafs dadurch das Resultat der Prüfung wesentlich beeinträchtigt „worden wäre, es sich nicht um die „generelle Unaufmerksam-„keit einer dementen apathischen Greisin" handelt, geht wohl „aus der ganzen Darstellung hervor. Wir müssen also annehmen, „dafs der hier speziell hervorgehobenen Erscheinung eine „partielle Stumpfheit, eine partielle Unaufmerksamkeit zu-„grunde liegt." Sogar Krankheitseinsicht ist bei der Patientin vorhanden. Pick verweist dann auch auf gelegentliche Beobachtungen anderer Autoren; ein Kranker von Reinhard (l. c.), welcher Herde in beiden Hinterhauptlappen hatte, zeigte ähnliche Störungen, ebenso ein Patient von Freund[1], der an Seelenblindheit litt.

Schon Lissauer sagte in seiner ungemein gründlichen Arbeit über die Seelenblindheit von derartigen Kranken: „Diese „Kranken verkennen die Aufsenwelt, sie haben sicher Gesichtsein-

[1] *Arch. f. Psychiatrie* **20**, S. 374.

„drücke, wie viel und wie scharf sie aber wahrnehmen, entzieht sich „gänzlich der exakten Prüfung, man hat zugleich den Eindruck „einer erschwerten Apperzeption dadurch, dafs es eine ganz „auffallende Mühe kostet, die Aufmerksamkeit dieser Kranken „auf optische Sinneseindrücke zu lenken und daran zu fesseln. „Ob aber diese Erschwerung der Apperzeption die Verkennung „der Aufsenwelt selbständig bedingt, oder ob sie nur eine „Komponente der gleichzeitig vorhandenen Seelenblindheit be„deutet, wage ich nicht zu entscheiden. Zustände dieser Art „habe ich nach ausgedehnten Erweichungen und auch para„lytischen Anfällen beobachtet." Wenn wir bedenken, dafs Seelenblindheit fast stets von Hemianopsie begleitet ist, und dafs die Hemianopsie, wie wir weiterhin darlegen werden (§ 2 e), wahrscheinlich nur einen besonders hohen Grad einseitiger Seelenlähmung des Schauens darstellt, so werden wir kaum daran zweifeln, dafs bei Seelenblindheit auch zuzeiten jene gesteigerte Seelenlähmung des Schauens, nämlich die apperzeptive Blindheit, auftritt. Der Grad der Sehstörung pflegt ja bei diesen Kranken sehr starken Schwankungen zu unterliegen, wie aus den Darstellungen von Freund, Reinhard u. a. hervorgeht. Übrigens verhält sich der Lissauersche Kranke gegenüber Arabesken ganz ähnlich wie derjenige von Storch; die eigentliche „Seelenblindheit" kann hierfür wohl kaum verantwortlich gemacht werden. Ferner ist darauf hinzuweisen, dafs wir schon bei der Schilderung der apperzeptiven Amblyopie, die wir gleichfalls mit der Seelenlähmung des Schauens zusammenbringen mufsten, den Lissauerschen Kranken zu erwähnen genötigt waren.

Der enge Zusammenhang zwischen Seelenlähmung des Schauens und apperzeptiver Blindheit zeigt sich auch in der Flüssigkeit des Überganges. Man könnte z. B. zweifeln, welchem der beiden Krankheitsbilder der früher besprochene Zennersche Fall mit gröfserem Rechte einzuordnen ist.

e) Wir haben gesehen, dafs die k. G. E. bei funktionellen Nervenleiden, deren Wesen nach Obigem in einer Beeinträchtigung der Fähigkeit des Überschauens besteht, nicht als eine Erkrankung des höheren Seelenlebens, sondern als ein Zustand der „Hypofunktion" im Gebiete der Sinneswahrnehmung aufzufassen ist. Wir haben ferner gesehen, dafs eine qualitativ gleichartige Störung höheren Grades auch in einer grofsen Zahl organisch

bedingter Fälle vorkommt. Erweist sich nun aber in so verschiedenen Krankheitsbildern immer wieder die Beeinträchtigung des Überschauens als Wurzel der Sehstörung, so liegt die Vermutung nahe, dafs jenes Symptom gewissermafsen die „Störung des zentralen Sehakts κατ' ἐξοχήν“ darstellt, dafs eine Beeinträchtigung der zentralen Sehsubstanz, sei es auf dem Wege funktioneller Schwächung oder organischer Erkrankung, ganz allgemein die Beeinträchtigung der Fähigkeit des Überschauens zur Folge hat.

Diese Vermutung findet zunächst eine gewisse Stütze in der jetzt von verschiedenen Autoren nachgewiesenen Tatsache, dafs die k. G. E. zwar vorwiegend, aber nicht ausschliefslich bei der Hysterie, vielmehr gelegentlich auch bei anderen Neurosen, z. B. bei der Epilepsie, vorkommt. Cramer[1] hat hervorgehoben, dafs das Symptom auch bei einer körperlichen Allgemeinerkrankung, der Arteriosklerose, zu beobachten ist. Ist unsere Vermutung richtig, so wird man vielleicht auch das Wesen der häufigsten Erkrankung der Sehsubstanz, der ein- oder doppelseitigen Hemianopsie, etwas anders als herkömmlich aufzufassen haben.

H. Sachs hat in einer Vortragsdiskussion eine Bemerkung über das Wesen der Hemianopsie gemacht[2], auf welche v. Monakow neuerdings in zustimmendem Sinne hinwies[3], da sie seiner Ansicht nach mit den Ergebnissen der Hirnanatomie in Einklang steht.[4] Sachs machte auf die auffällige Tatsache aufmerksam, dafs in allen beobachteten Fällen trotz verschiedener Lokalisation der Herde stets die Gegend um den Fixierpunkt erhalten sei; das weise darauf hin, „dafs das optisch-sensorische Feld . . . als „Ganzes funktioniere und auf jede wie immer beschaffene „Schädigung in Form der mehr oder minder grofsen kon„zentrischen Einengung antworte. Dadurch würden auch Be„ziehungen zu den rein funktionellen Einengungen bei der „Hysterie usw. angebahnt.“ Anderenfalls müfste doch auch ein-

[1] Die Nervosität. Jena 1902. S. 139.

[2] *Neurol. Zentralbl.* 1896. S. 998.

[3] Erg. d. Physiol. Jahrg. 1. Abt. 2. 1902. S. 658.

[4] Es mag ausdrücklich hervorgehoben werden, dafs unsere Ausführungen über „Hemianopsie im allgemeinen Falle“ hinfällig würden, falls es der v. Monakowschen Lehre von dem Fehlen einer strengen Retinaprojektion nicht gelingen sollte, sich dauernd zu behaupten. Des hypothetischen Charakters der Ausführungen von § 2e sind wir uns bewufst.

mal ein derartiger[1] Fall von Läsion der Hinterhauptlappen beobachtet werden, bei dem ein exzentrischer Teil des Gesichtsfeldes erhalten sei. In der Tat sind alle Versuche nachzuweisen, dafs die Makula an einer vor Zerstörung besonders geschützten Stelle der Sehsphäre repräsentiert sei, bisher fehlgeschlagen.

Wir würden dieser Vermutung von Sachs auf Grund unserer früheren Analysen, insbesondere auch auf Grund der gewonnenen Einsicht in das Wesen der funktionellen Einengungen, jetzt folgende nähere Gestalt zu geben haben. Das optisch-sensorische Feld funktioniert als Ganzes. Die Makula verdankt ihre besonders grofse Integrität nicht einer Repräsentation an einer besonders geschützten Stelle, sondern einem anderen Umstand. Die Makula ist normalerweise der Ort der maximalen Aufmerksamkeitskonzentration; auf je exzentrischeren Regionen der Netzhaut ein Gegenstand sich abbildet, um so weniger wird er von der Aufmerksamkeit[2] erfafst; denn die Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums nach einem seitlichen Orte gelingt, wie wir ausführten, niemals ganz, weil eben der Fixierpunkt das natürliche Zentrum der Aufmerksamkeit, den Ort der maximalen Aufmerksamkeitskonzentration darstellt. Erkrankt die zentrale Sehsubstanz jenseits der subkortikalen Regionen, so wird nur noch das gesehen, was am Orte der maximalen Aufmerksamkeit[3], nämlich an der der Makula entsprechenden Stelle des Sehraums, erscheint. Die Seelenlähmung des Schauens erreicht dann gewissermafsen einen sehr hohen Grad. Sitzt der Herd nur in einer Hemisphäre, so ist natürlich auch die Sehstörung halbseitig. Die gewöhnliche Hemianopsie ohne Herabsetzung der zentralen Sehschärfe — übrigens der seltenere Fall — hat, wenn man die unserer Ansicht nach qualitativ gleichartigen Seh-

[1] sc. einwandfreier. Hierzu würde nach v. Monakow vor allem auch gehören, dafs der Sektionsbefund vorläge und eindeutig sei.

[2] Auch an dieser Stelle möchten wir daran erinnern, dafs unser Gedankengang an keine bestimmte Aufmerksamkeitstheorie gebunden ist, ja dafs er dahingestellt sein läfst, ob Aufmerksamkeit als besondere, von den Empfindungen verschiedene Funktion existiert. Wir haben hier mit der Schwierigkeit zu kämpfen, dafs in Worten wie „Aufmerksamkeit“ immer schon gewisse populäre psychologische Theorien niedergelegt sind, die ihren Inhalt dem Leser leicht suggerieren.

[3] Warum dann nur das dort Befindliche gesehen wird, dafür bestehen wieder unsere mehrfach erwähnten drei Erklärungsmöglichkeiten, zwischen denen wir nicht zu entscheiden vermochten.

störungen nach ihrer Schwere in eine Reihe ordnet, unter sich die Seelenlähmung des Schauens und die funktionelle Gesichtsfeldeinengung, über sich die apperzeptive Amblyopie und die apperzeptive Blindheit. Ist die Erkrankung weniger eingreifend, so verliert die Netzhautperipherie ihre Empfindlichkeit nicht absolut, und der Ausfall richtet sich nach den Gesetzmäſsigkeiten der durch die Organisation unseres Sehorgans in seiner Gesamtheit — das zentrale mitgerechnet — im wesentlichen festgelegten und durch Willkür nur relativ wenig zu modifizierenden Aufmerksamkeitsverteilung in der Netzhaut. Die peripher gelegenen Netzhautstellen hören nicht darum schon bei leichteren Affektionen zu funktionieren auf, weil sie an wenig geschützten Stellen des Zentralorgans repräsentiert sind, sondern weil ihnen die Aufmerksamkeit nur wenig zugewandt werden kann. Man braucht sich aber — um nochmals mit Schärfe auf die drei Erklärungsmöglichkeiten hinzuweisen — keineswegs durchaus vorzustellen, daſs die optische Aufmerksamkeit bei den Kranken geschwächt ist; vielmehr könnte auch eine gleichmäſsige Herabsetzung aller Lichtempfindungen — der makularen sowohl wie der von der Peripherie herrührenden — vorliegen; und daſs die makularen Empfindungen noch über die Schwelle treten, die peripheren nicht, das könnte seinen Grund darin haben, daſs sich die Aufmerksamkeit — ihr Wesen, ja ihre besondere Existenz wieder dahingestellt — darauf beschränken muſs, die makularen Empfindungen über die Schwelle zu heben, während sie die peripheren nicht mehr zu „überschauen" vermag.

Unsere Vermutung über das Wesen der Hemianopsie findet in der Tat noch weitere Stützen.

In einem der Fälle von „doppelseitiger homonymer Hemianopsie", im Gaffronschen, gelang der Nachweis, wie wir glauben, tatsächlich, daſs die daselbst vorliegende Störung in dem angegebenen Verhältnis zur Funktion der Aufmerksamkeit steht. Ferner besteht in den Fällen von Storch und Zenner in der einen Gesichtshälfte Amaurose, in der anderen unverkennbare „Seelenlähmung des Schauens". Schon auf Grund hiervon wird man vermuten, daſs die Amaurose der einen Gesichtsfeldhälfte der in der anderen Gesichtsfeldhälfte beobachteten Störung qualitativ gleichartig ist und nur einen höheren Grad derselben darstellt. Diese Vermutung von der qualitativen Gleichheit und der nur graduellen Verschiedenheit der in jedem der beiden

Occipitallappen vorhandenen Störung wird im ZENNERschen Fall auch noch dadurch bestätigt, dafs zu Zeiten besseren Sehens mit der erhaltenen Gesichtsfeldhälfte auch die andere Gesichtsfeldhälfte einen geringen Grad von Sehvermögen zeigt.

Trifft unsere Vermutung vom Wesen der Hemianopsie zu, so ist zu erwarten, dafs die geschädigte Gesichtsfeldhälfte auch aufserhalb des „überschüssigen Gesichtsfeldes“ nicht in allen Fällen absolut amaurotisch sein wird. In der Tat sind nun die Fälle, in denen die zunächst amaurotisch erscheinende Gesichtsfeldhälfte beim Perimetrieren mit grofsen oder besonders eindringlichen Objekten (Kerze), sowie bei Bewegung des Testobjektes, einen geringen Grad von Sehvermögen zeigt, aufserordentlich zahlreich. Das gilt in gleicher Weise von den Fällen psychiatrischer, wie von denen ophthalmologischer Provenienz.

Der enge Zusammenhang zwischen Hemianopsie und Seelenlähmung des Schauens verrät sich auch in der Tatsache, dafs sämtliche Fälle von apperzeptiver Amblyopie, die wir aufzufinden vermochten (vgl. S. 240), gleichzeitig auch das Symptom der homonymen Hemianopsie darbieten; dieser Zusammenhang der Hemianopsie mit der apperzeptiven Amblyopie ist gleichzeitig als ein solcher mit der Seelenlähmung des Schauens aufzufassen, weil wir die apperzeptive Amblyopie als eine mit der Seelenlähmung des Schauens qualitativ gleichartige und nur einen höheren Grad derselben darstellende Störung ansehen zu müssen glaubten.

In gleichem Sinne spricht der schon berührte Zusammenhang zwischen der Hemianopsie und der Seelenblindheit. Denn im Bilde der Seelenblindheit spielt nach obigen Ausführungen die apperzeptive Blindheit wahrscheinlich eine nicht unbeträchtliche Rolle, und dieses letztere Symptom wiederum sahen wir uns genötigt, als eine Steigerung der Seelenlähmung des Schauens aufzufassen.

Wir wurden zu der Annahme gedrängt, dafs in einzelnen Fällen von Seelenlähmung des Schauens zugleich auch die Fähigkeit des gleichzeitigen Überschauens optischer V o r s t e l l u n g s-komplexe beeinträchtigt ist. Der Parallelismus zwischen der Seelenlähmung des Schauens und der gewöhnlichen Hemianopsie verrät sich auch darin, dafs die Fähigkeit, optische Vorstellungskomplexe simultan zu überschauen, auch bei der gewöhnlichen Hemianopsie häufig geschädigt erscheint. Denn die Orientierungs-

störungen, welche in derartigen Fällen nicht selten beobachtet wurden, dürften keineswegs immer in dem Verlust der betreffenden Erinnerungsbilder begründet sein, sondern, zuweilen wenigstens, in dem Verlust, bzw. in der Beeinträchtigung der Fähigkeit, optische Vorstellungskomplexe gleichzeitig zu überschauen. [1] Der eine der beiden Patienten von PETERS [2], welcher neben einer typischen linksseitigen Hemianopsie ausgeprägte Orientierungsstörungen darbietet, äufsert in sehr charakteristischer Weise, „er kenne wohl ein Haus, einen Baum, Gegenstände usw., „aber er sei nicht imstande, sich die gesehenen Gegenstände „richtig zu einem Gesamtbilde zu gruppieren.“ Auch sonst läfst sich keine Störung des Gedächtnisses bei ihm nachweisen. Der erste Patient desselben Autors, welcher auch eine typische linksseitige Hemianopsie zeigt, bietet daneben gleichfalls schwere Orientierungsstörungen dar. „Die topographischen Vorstellungen „in bezug auf Dinge, die ihm früher geläufig sein mufsten, waren „nicht intakt.“ In den psychologischen Mechanismus der Orientierungsstörung gewährt das Verhalten des Patienten beim Lesen einen Einblick. Der Patient buchstabiert ganz richtig, aber er ist durchaus aufserstande, selbst ganz kurze einsilbige, geschweige denn längere Worte zu lesen. „Patient gibt dabei an, er könne „die Buchstaben wohl sehen, aber nicht zusammenbringen.“ In beiden Fällen von PETERS fehlen andere Erscheinungen von seiten des Gehirns, insbesondere auch weitere psychische Störungen, vollkommen.

Dafs die Fähigkeit, optische Vorstellungskomplexe gleichzeitig zu überschauen, vonnöten ist, wenn z. B. der PETERSsche Kranke Wege beschreiben soll, das braucht kaum hervorgehoben zu werden. Derartige Komplexe optischer Vorstellungsbilder werden im allgemeinen auch für die Lösung der praktischen Aufgabe, sich in einer Stadt oder in einer Wohnung zurecht zu finden, erforderlich sein. Allerdings mufs die Möglichkeit offen gelassen werden, dafs es Menschen von stark akustisch-motorischem Typus gibt, die sich selbst bei der Lösung solcher Aufgaben ausschliefslich der akustisch-motorischen Vorstellungselemente bedienen.

---

[1] Über die Beziehungen zwischen Orientierungsstörungen und ein- und doppelseitiger Hemianopsie. *Arch. f. Augenheilk.* 32, S. 186.

[2] Möglicherweise gehören hierher auch einige der Fälle von ANTON und von HARTMANN, über welche letzterer in der erwähnten Monographie zusammenfassend berichtet.

Aus dieser Einschränkung erwächst unserer Auffassung aber keine Schwierigkeit. Werden solche Menschen von der in Rede stehenden, die visuellen Vorstellungen betreffenden Erkrankung ergriffen, so werden sie eben das Bild einer gewöhnlichen Hemianopsie [1] ohne Orientierungsstörungen darbieten.

In Übereinstimmung mit der von SACHS ausgesprochenen Vermutung eines engen Zusammenhangs zwischen der Hemianopsie und der k. G. E. bei funktionellen Nervenleiden steht ferner auch die Tatsache, dafs zuweilen — wenngleich sehr selten — bei Hysterie Hemianopsien zur Beobachtung kamen.

Es mufs also auch auf Grund der psychologischen und psychopathologischen Analyse als eine in hohem Grade wahrscheinliche Hypothese [2] bezeichnet werden, dafs die zentrale Sehsubstanz als Ganzes funktioniert, und dafs bei Affektionen irgendwelcher Art, seien sie funktioneller oder organischer Natur, eine Schwächung in dem Sinne erfolgt, dafs entweder nur noch das im „natürlichen Aufmerksamkeitszentrum" Befindliche gesehen wird, oder dafs die Deutlichkeit der seitlichen Gesichtsfeldteile — bei geringeren Störungen — nach Mafsgabe der Unüberschaubarkeit dieser Gesichtsfeldpartien leidet. Die Leistungshöhe, die physiologische Tüchtigkeit der zentralen Sehsubstanz äufsert sich nach der hier dargelegten Vermutung in der Gröfse des Bezirkes, welcher simultan deutlich gesehen werden kann, wobei wir, um es nochmals zu betonen, gar keine Hypothese darüber machen, ob die Unüberschaubarkeit der seitlichen Gesichtseindrücke, und damit ihr Wegfallen, einer Schwäche der optischen Aufmerksamkeit entspringt, oder ob die Erscheinung daher rührt, dafs alle Empfindungen undeutlich werden, dafs die Aufmerksamkeit schon stark konzentriert werden mufs, um wenigstens die makularen Eindrücke über die Schwelle zu heben, und dafs dasselbe mit den peripheren, aufserhalb des Aufmerksamkeitszentrums gelegenen und relativ unüberschaubaren, nicht mehr gelingt. Da nach der hier vertretenen Ansicht stets das im natürlichen Aufmerksamkeitszentrum Befindliche gesehen wird, solange über-

---

[1] Hemianopsie scheint, wie aus den Arbeiten über Seelenblindheit, Wortblindheit usw. hervorgeht, bei den die visuellen Vorstellungen betreffenden Erkrankungen fast nie zu fehlen.

[2] Dafs die anatomischen und klinisch-anatomischen Methoden zu ganz ähnlichen Ergebnissen führen, werden wir im III. Abschnitt, in welchem wir hauptsächlich der Autorität von MONAKOWS folgen werden, sehen.

haupt noch etwas gesehen wird, so läſst sich obige These auch dahin aussprechen, der Maſsstab für die Leistungshöhe der zentralen Sehsubstanz sei die Gröſse der seitlich vom Fixierpunkt befindlichen Gesichtsfeldpartie, welche auſser dem Fixierpunkt selbst noch deutlich, bzw. noch überhaupt gesehen wird. Die normale physiologische Leistungshöhe kann durch Erkrankung herabgesetzt werden. Andererseits sehen wir nun aber allenthalben, wo immer ein Organ als Ganzes funktioniert, d. h. in seinen Teilen in im wesentlichen gleichartiger Weise arbeitet, daſs dieses Organ gegenüber der physiologischen Leistungshöhe nicht allein wegen Erkrankung, sondern auch wegen erheblichen Mangels an Übung zurückbleiben kann. Ist das oben angegebene Kriterium wirklich das Kriterium für die physiologische Leistungshöhe der Sehsubstanz, so wird man erwarten, daſs sich in Fällen exzessiven Übungsmangels der zentralen Sehsubstanz ganz ähnliche Erscheinungen darbieten werden, wie in den Fällen von Erkrankung. Schon Bielschowsky hat darauf hingewiesen, daſs sich Uhthoffs[1] operierter Blindgeborener ganz ähnlich verhielt wie sein eigener Patient. Obwohl bei jenem Knaben das Gesichtsfeld normal ist, macht er doch durchaus den Eindruck, „als wenn sein Gesichtsfeld hochgradig konzentrisch eingeengt „wäre". Er muſs erst mit dem Fixierpunkt auf ein Objekt treffen, um es wahrzunehmen. Bei der Aufforderung, derartige Objekte zu ergreifen, tastet er ratlos umher. Der Einfluſs der Aufmerksamkeit zeigt sich insofern, als das Resultat der Prüfung bei voraufgegangener energischer Mahnung zum Aufpassen ein viel besseres ist. Ein bewegtes Objekt wird leichter gesehen als ein ruhiges.

Eine weitere Bestätigung für die hier vertretene Ansicht von der Funktionsweise der zentralen Sehsubstanz dürfen wir darin erblicken, daſs sich auch das operierte Tier ganz ähnlich verhält, wie der Mensch mit einer Affektion der zentralen Sehsubstanz und wie der von Uhthoff operierte Blindgeborene. Loeb faſst das Ergebnis seiner dahin gehenden Untersuchungen[2] in folgen-

---

[1] Beiträge zur Psychol. und Physiol. der Sinnesorgane. Festschrift f. Helmholtz, S. 146 ff.

[2] Beiträge zur Physiol. des Groſshirns. *Pflügers Arch.* **39**. Das Ergebnis dieser Untersuchungen stimmt im wesentlichen mit den Befunden von Bernheimer und Hitzig überein (vgl. auch v. Monakow, Erg. d. Physiol. Jahrg. 1, Abt. 2, 1902, S. 655). Hinzuzufügen ist nur (vgl. Hitzig, *Arch. f.*

den Sätzen[1] zusammen. „Entfernt man einem Hunde ein Stück „der linken Sehsphäre, so tritt Hemiamblyopie für seine rechte „Gesichtshälfte ein. Stellt man sich vor einen solchen Hund „und hält man ihm symmetrisch rechts und links gleichzeitig „zwei Fleischstücke vor, so wählt der Hund ausnahmslos das „linke. Das sieht fast so aus, als ob er das rechte nicht sähe. „Nun ist es bekannt, daſs ein bewegter Gegenstand als ein „stärkerer optischer Reiz wirkt als ein ruhender. Hält man jetzt „dem Hunde wieder die zwei Fleischstücke in der angegebenen „Weise vor, nur mit dem Unterschied, daſs man das in der „rechten Gesichtsfeldhälfte gelegene leicht bewegt, so springt der „Hund nach dem letzteren. Das beweist, daſs bei dem Hund „eine Erhöhung der Reizschwelle für optische Reize auf der „rechten Gesichtshälfte besteht. Der Hund benimmt sich, nach „Korányis Ausdruck, als ob seine Aufmerksamkeit nach rechts „verringert wäre.“ —

Falls die Beziehungen zwischen den Sehstörungen bei organischen Erkrankungen zu denen bei funktionellen Nervenleiden beobachtend und experimentell genauer verfolgt werden sollten, so könnten sich natürlich — das sei vorweg bemerkt — gewisse Verschiedenheiten zwischen den Sehstörungen auf organischer Grundlage und den funktionellen Einengungen herausstellen, ohne daſs dadurch die Sachssche Annahme von einer Wesensverwandtschaft bzw. Wesensgleichheit der organischen und der funktionellen Sehstörungen als widerlegt zu gelten brauchte. Insbesondere ist zu bedenken, daſs bei einigermaſsen ausgedehnten Groſshirndefekten — geringe können nach der dargestellten Ansicht unter Umständen symptomenlos verlaufen — infolge sekundärer Degeneration auch die subkortikalen Zentren ergriffen werden; nun ist aber das tatsächliche Bestehen einer Projektion der Netzhaut auf die letzteren Zentren wahrscheinlich.

Psychiatr. **34**, S. 27), daſs nicht jederseits eine Hälfte des Gesichtsfeldes vernachlässigt wird, sondern daſs auf dem gekreuzten Auge mehr, auf dem gleichseitigen weniger als die Hälfte ausgeschaltet ist. Ferner ist der Versuch, welcher angeblich beweist, daſs das bewegte Objekt einen stärkeren Reiz darstellt, nach Hitzig nicht ganz rein, sondern es wirke hier ein besonderer, durch die Versuchsbedingungen gesetzter Abrichtungserfolg mit (vgl. Hitzig l. c. S. 37).

[1] Einl. in die vergleich. Gehirnphysiol. S. 170f.

III. Kapitel.

Bedeutung der Analyse des vorigen Kapitels für die Lehre von den funktionellen Sehstörungen; Analyse der hysterischen Blindheit.

§ 1.

Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, dafs bei einer ganzen Reihe von organischen Hirnkrankheiten das der konzentrischen Gesichtsfeldeinengung qualitativ gleichartige Symptom der Seelenlähmung des Schauens vorkommt, dafs ferner die Funktion der Aufmerksamkeit in derartigen Fällen, sobald der Sehakt nicht in Frage kommt, ganz intakt sein kann, und dafs jene Sehstörungen keineswegs als Folgeerscheinungen eines „Zerfalls der Persönlichkeit", einer „Schwäche des Ich-Bewufstseins", oder einer sonstigen das sog. höhere Seelenleben betreffenden Veränderung anzusehen sind. Wir sahen uns vielmehr zu der Annahme gedrängt, dafs die zentrale Sehsubstanz einheitlich funktioniert und auf eine wie immer beschaffene Schädigung mit einer Beeinträchtigung der Funktion des Überschauens antwortet. Die Betrachtungen des vorigen Kapitels haben somit von neuem das Zutreffende der Lehre bestätigt, nach welcher die Hysterie als eine allgemeine Neurose, nicht als eine Geisteskrankheit im engeren Sinne, und die hysterische Anästhesie einfach als ein Zustand der Hypofunktion von Sinneszentren aufzufassen ist. [1]

Die eigentümlichen Eigenschaften der konzentrischen Gesichtsfeldeinengung vermögen nicht mehr zu überraschen und den Eindruck des beinahe Mystischen hervorzurufen, wenn man sich eine den Tatsachen gerecht werdende Vorstellung vom Wesen der organisch bedingten Sehstörungen — oder, falls unsere all-

[1] Auch für die Praxis ist die Auffassung vom Wesen der Hysterie nicht gleichgültig. Es ist kein Zufall, dafs überall dort, wo die „rein psychologische" Auffassung vom Wesen dieser Krankheit vorherrscht, auch in der Therapie der Schwerpunkt auf rein psychologische Verfahrungsweisen gelegt zu werden pflegt, während Binswanger in roborierender Allgemeinbehandlung auf eine Kräftigung des Gesamtorganismus hinstrebt und sich zu dem Zwecke besonders den allseitigen Ausbau des Weir-Mitchellschen kombinierten Heilverfahrens angelegen sein liefs.

gemeinen Ansichten nicht standhalten sollten, wenigstens von einigen derselben — bildet. Rückt schon hiermit die k. G. E. aus dem Halbdunkel, in welchem sich mehr oder weniger mystische Vorstellungsweisen ausbreiten konnten, in ein helleres Licht, so wird sie gewissermafsen in noch bessere Gesellschaft kommen, wenn wir sehen werden, dafs die gleichen Prinzipien, welche für die Erklärung der k. G. E. mafsgebend waren, auch bei der Deutung einer anderen Gruppe von Sehstörungen, welche gar nicht durch eine Erkrankung des Nervensystems verursacht sind, herangezogen werden müssen, nämlich bei der Deutung der Erscheinungen, welche bei den Schielenden zu beobachten sind.

Die Ausführungen des vorigen Kapitels liefern aber nicht allein eine neue Bestätigung für die früher gegebene Analyse der hysterischen Augensymptome, sondern sie enthalten gleichzeitig eine Nötigung, jene Analyse noch um einen Schritt weiter zu führen.

Am Schlusse seiner Arbeit über die apperzeptive Blindheit macht nämlich Pick folgende Bemerkung. „Man kann sich m. E. „dem nicht verschliefsen, dafs die zuvor von unserer senilen „Patientin beschriebenen Erscheinungen durchaus mit solchen „übereinstimmen, wie man sie an Hysterischen sowohl und in „ganz ausgesprochenem Mafse an Hypnotisierten [1], zur Beobach- „tung bekommt, hervorgerufen entweder durch Suggestion oder „durch Autosuggestion, und es scheint mir überflüssig, das erst „durch Vorführung von solchen Beobachtungen zu erweisen. „. . . Bemerkenswert ist es, dafs Lasègue schon in den 60er „Jahren bei Gelegenheit der Erörterung der Sensibilitätsstörungen „der Hysterischen . . . den Geisteszustand der Hysterischen mit „demjenigen der Paralytiker in Beziehung bringt. . . . . Als ich „zuerst die Erscheinungen unserer Kranken beobachtete, konnte „ich mich der Äufserung gegenüber den Ärzten der Klinik nicht „entschlagen, dafs dieselben nicht blofs denjenigen, bei Hyste- „rischen zu beobachtenden, durchaus ähnlich sind, sondern auch „den Verdacht der Simulation bei weniger Geübten erwecken

[1] Neuerdings gelangte Alrutz bei seinen Versuchen über die durch Hypnose erzeugten Anästhesien zu einem Ergebnis, welches der von Binswanger vertretenen Lehre von der hysterischen Anästhesie ganz analog ist: „Wir haben es mit Veränderungen in der Dynamik der sensitiven (Sinnes-) „Zentren selbst zu tun.“ (Bericht über d. III. Kongr. d. Ges. f. exp. Psych. Herausg. v. Schumann. Leipzig 1909.)

„könnten; gerade darin aber, daſs die vorliegende Beobachtung „einen solchen Verdacht ad absurdum führt, möchte ich auch „einen Teil ihres Wertes sehen.“

Pick stellt somit die hysterische Blindheit auf eine Stufe mit der apperzeptiven Blindheit auf organischer Basis. Ganz der gleiche Gedanke wird durch den bisherigen Verlauf der vorliegenden Untersuchung nahe gelegt. Wir sahen uns genötigt, die apperzeptive Blindheit lediglich als einen besonders hohen Grad der Seelenlähmung des Schauens aufzufassen; da wir aber andererseits Seelenlähmung des Schauens auf organischer und k. G. E. auf funktioneller Basis als qualitativ gleichartige Symptome anzusprechen genötigt waren, so ergibt sich die Vermutung, daſs auch die Blindheit der Hysterischen lediglich eine Steigerung des Symptoms der k. G. E. darstellt, und daſs sie demzufolge auch als ein der apperzeptiven Blindheit qualitativ gleichartiges Symptom anzusehen ist. Wenn wir im folgenden den Nachweis versuchen werden, daſs die hysterische Blindheit den gleichen Gesetzmäſsigkeiten unterliegt und dieselben Erklärungsprinzipien zuläſst, wie die k. G. E., so wird es gleichzeitig gelingen, die Paradoxien, welche auf diesem Gebiete, ganz ähnlich, wie auf demjenigen der k. G. E., hervorgetreten sind, in befriedigender Weise aufzulösen und den so häufig in prinzipieller Form geäuſserten Simulationsverdacht als unbegründet zu erweisen. Hierzu reicht jedoch die normalpsychologische Basis, auf welche die Analyse der k. G. E. gegründet wurde, noch nicht aus; wir müssen darum vorerst den Boden der experimentellen Untersuchung von neuem betreten.

§ 2.

Der Versuch, welcher jetzt angestellt werden soll, ist nur eine geringe Modifikation des Versuches von Helmholtz, welcher in der Lehre von der sinnlichen Aufmerksamkeit eine nicht unbeträchtliche Rolle spielt. Helmholtz beobachtete bei seinem mehrfach erwähnten Versuch (vgl. S. 37), sowohl in der ersten Periode, in welcher er seine Aufmerksamkeit auf einen Punkt des gegenüberliegenden Feldes konzentrierte, wie in der zweiten Periode, in der die instantane Beleuchtung erfolgte, mit b e i d e n Augen. Die Frage liegt nicht fern, was wohl eintreten mag, wenn man den Versuch in der Weise modifiziert, daſs man in

der ersten Periode nur dem einen, etwa dem linken, Auge ein leeres, oder nur mit Markierungspunkten versehenes Feld darbietet, während dann in der zweiten Periode das Feld mit den Buchstaben nur dem anderen Auge dargeboten wird. Zur Verwirklichung der Bedingungen des Versuches dient folgende Anordnung. In den linksseitigen Aufnahmerahmen des justierten Heringschen Haploskopes wird ein Blatt weifsen Kartons eingesetzt, auf welchem nur die mittlere horizontale und die mittlere vertikale Linie eingezeichnet ist, in den rechtsseitigen Aufnahmerahmen ein auf eine Glasplatte aufgeklebtes und mit der gleichen Einteilung versehenes, zudem aber mit Buchstaben beschriebenes Stück Pausleinen. Die instantane Darbietung des somit auf durchsichtigem Grunde angebrachten Buchstabenfeldes wird bewerkstelligt mittels momentaner Durchleuchtung seitens des dahinter befindlichen Projektionsapparates, dessen Öffnung durch den vorüberwandernden Spalt des davor aufgestellten Schumannschen Tachistoskopes für Momente frei gegeben wird. Der linkerseits befindliche Karton, welcher ja auch zur Zeit der Unsichtbarkeit des Buchstabenfeldes sichtbar sein soll, wird durch ein davor befindliches Nachtlicht mäfsig beleuchtet, welches sich, um das Buchstabenfeld vor seinen Strahlen zu schützen, in einem nur nach der Seite des Kartons zu offenen Kasten befindet; auch ist zu noch wirksamerem Schutze in der Symmetrieebene des Haploskops ein undurchsichtiger Schirm aufgestellt.

Ist zu untersuchen, ob Konzentration der Aufmerksamkeit auf verschiedene Punkte des Gesichtsfeldes einen Einflufs auf die Wahrnehmungen ausübt, so mufs für Fixierung der Blickrichtung, insbesondere auch bei dem in der ersten Periode verdunkelten Auge, gesorgt werden. Ist das Haploskop richtig justiert, und wird der an die Stirnstütze anzulegende Kopf gerade gehalten, so scheinen die oben genannten mittleren Querlinien zusammenzufallen und horizontal zu liegen. Bezeichne ich einen Punkt der Querlinie auf dem im linken Rahmen befindlichen Karton, konzentriere ich dann meine Aufmerksamkeit bei Fixation des ersteren Punktes auf einen exzentrischen Punkt des rechts befindlichen Feldes, so ändert sich für mich an dem scheinbaren Zusammenfallen und der scheinbar horizontalen Lage der Querlinie nichts. Nach wie vor fallen eben die beiden Querlinien auf die mittleren Querschnitte der Netzhaut; denn ungleich hohe Stellungen der Blicklinien kommen nach einigen

Autoren überhaupt nicht, nach anderen nur auf dem Wege äufserster Anstrengung und bei Einführung besonderer Versuchsbedingungen vor. Dagegen bemerkt man bei Einzeichnung eines Punktes an gleichgelegenen Stellen eines links- und rechtsseitigen Kartons, dafs die Punkte zuweilen einfach gesehen werden, zuweilen aber auch eine horizontale Distanz zu besitzen scheinen. Der Wechsel hängt, wie ersichtlich, mit den Schwankungen der Konvergenz zusammen. Um die Blicklinie des verdunkelten Auges zu fixieren, wurde, ganz in derselben Weise wie früher (S. 70), mittels einer als Projektionsapparat benutzten photographischen Kamera das Bild des Fadens einer Glühlampe so in das Gesichtsfeld des rechten Auges geworfen, dafs das Fadenbild die mittlere Querlinie schnitt. Wird nun der scheinbare Schnittpunkt des dem im übrigen verdunkelten Auge gebotenen Fadenbildes mit der dem unverdunkelten Auge gebotenen Querlinie fixiert, so ist damit auch die Achse des verdunkelten Auges festgelegt; denn mit irgend einem Punkte der mittleren Querlinie fällt diese Achse nach Obigem sicher zusammen, sobald das andere Auge einen Punkt der ihm selbst dargebotenen mittleren Querlinie fixiert. Fixiert das verdunkelte Auge nun gleichzeitig einen Punkt des Fadenbildes, so ist es zu gleicher Zeit auf das Fadenbild und die mittlere Querlinie, somit auf den Schnittpunkt beider, gerichtet. Im Gesichtsfelde des verdunkelten Auges war tatsächlich nur das Fadenbild, dagegen nichts von den Buchstaben sichtbar. Vor Beginn der Versuche wurden unter Dauerbeleuchtung des Buchstabenfeldes die scheinbaren Orte etlicher um den Fixierpunkt ringsherum liegender Buchstaben auf dem dem linken Auge dargebotenen Karton durch Punkte markiert. Die Instruktion verlangte, unter Wahrung der Fixation die Aufmerksamkeit vor der Exposition auf irgend eine der exzentrisch gesehenen Markierungsstellen zu konzentrieren. Die Spaltbreite am SCHUMANNschen Tachistoskop betrug 10°, die Umlaufszeit 3,1 Sek., ungefähr ebensoviel also auch die Zwischenzeit zwischen den einzelnen Expositionen. Dem zugezogenen Beobachter, Herrn cand. phil. OHMS, gelang die Überwindung der Schwierigkeit, welche die exzentrische Konzentration der Aufmerksamkeit bei Wahrung der Fixation mit sich bringt, dann am besten, wenn er während der Zeit der Verdunklung die Aufmerksamkeit sukzessiv von einem der Markierungspunkte zum anderen wandern liefs.

Der Beobachter erklärte nun mit Bestimmtheit, daſs in der Nähe desjenigen Punktes, auf welchen die Aufmerksamkeit im Augenblicke der Exposition gerade konzentriert ist, ungefähr drei Buchstaben gesehen werden, während die Art der Ausfüllung des übrigen Gesichtsfeldes zweifelhaft bleibt. Ich selbst finde es am bequemsten, die Aufmerksamkeit unmittelbar vor jeder Exposition auf eine der Markierungsstellen zu konzentrieren; die Beobachtungen, welche ich dann bei dem Versuche mache, decken sich mit denen von Herrn OHMS; nur ist bei mir die Gröſse des bei einer Exposition gesehenen Bezirkes wenig konstant, sondern erheblichem Wechsel unterworfen.

Es tritt also bei diesem Versuche ganz der gleiche Erfolg ein, wie bei demjenigen von HELMHOLTZ. Die Richtung der Aufmerksamkeit auf die Eindrücke des einen Auges wirkt bahnend auf die scheinbar aus der gleichen Sehrichtung kommenden, das andere Auge treffenden Erregungen. Das Ergebnis erklärt sich m. E. am ungezwungensten, wenn man annimmt, daſs das von SHERRINGTON in der Lehre von der Bahnung der Reflexe herangezogene Prinzip der „letzten gemeinsamen Strecke“ auch im Gebiete des binokularen Sehens Gültigkeit besitzt, daſs m. a. W. die an eine Stelle des Sehraums verlegten Erregungen des Doppelauges in eine „letzte gemeinsame Strecke“ innerhalb des Zentralorgans einmünden (vgl. III. Abschn. § 6).

§ 3.

Mit Hilfe der vorstehenden Versuchsergebnisse erklärt sich zunächst die von PARINAUD u. a. beobachtete Tatsache, daſs sich bei einseitiger oder bei einseitig stärkerer Gesichtsfeldeinengung die Gesichtsfeldgrenzen des schlechteren Auges erweitern oder sogar normale Ausdehnung annehmen, wenn gleichzeitig Gesichtsempfindungen durch das bessere Auge erweckt werden. Daſs bei der k. G. E. scheinbar unempfindliche Netzhautpartien unter dem Einfluſs einer lokalen Aufmerksamkeitskonzentration auf die betreffende Sehstelle ihre Funktion wieder aufnehmen können, haben wir früher ausführlich dargelegt. Nach den voraufgegangenen Versuchen können wir hinzufügen, daſs die lokale Konzentration der Aufmerksamkeit hinsichtlich der Empfindungen des einen Auges den eben genannten Erfolg auch schon dann nach sich zieht, wenn die Aufmerksamkeit nur auf eine seh-

richtungsgleiche Stelle des anderen Auges gewandt wird. Ferner ist unsere Aufmerksamkeit, solange wir überhaupt Gesichtsempfindungen haben, denselben mehr oder weniger stark zugewandt. Ist also auch das bessere Auge des Kranken geöffnet, so vermögen die mit den scheinbar nicht funktionierenden Netzhautstellen des schlechteren Auges sehrichtungsgleichen Netzhautstellen des besseren Auges ihren bahnenden Einfluſs auf die ersteren zu entfalten.

Der vorstehend entwickelte Zusammenhang wird nun hauptsächlich dadurch bedeutsam, daſs wir auf ganz gleichartige Verhältnisse bei der hysterischen Blindheit stoſsen, und daſs sich die auf diesem Gebiete hervortretenden Paradoxien in ganz analoger Weise auflösen. Die häufigste Form der hysterischen Blindheit ist die einseitige. Die Kranken können mit dem einen Auge den Tag nicht von der Nacht unterscheiden, während sie mit dem anderen gut oder leidlich sehen. Doppelseitige Blindheit ist so selten, daſs Charcot bei der Herausgabe seiner „Leçons“ (1872—73) nur einseitige Fälle anführen konnte. Seitdem Mendel im Jahre 1874 den ersten doppelseitigen Fall veröffentlichte, sind noch einige weitere bekannt geworden. Aber nicht allein, weil sie den häufigeren Fall darstellt, sondern auch, weil sie dem theoretischen Verständnis gröſsere Schwierigkeit entgegenzusetzen scheint, und weil gegenüber dem Symptom immer von neuem in prinzipieller Form der Verdacht der Simulation geäuſsert wird, beansprucht die einseitige Blindheit ein erhöhtes Interesse.

Als Pitres die einseitige Blindheit genauer zu untersuchen unternahm [1], da leitete ihn der Wunsch, die Äuſserung eines von ihm hochgeachteten Augenarztes, der das Symptom der einseitigen Blindheit wegen der ihm anhaftenden Paradoxien für ein Simulationsprodukt erklärt hatte, auf ihre Haltbarkeit zu prüfen. Er bediente sich dazu eines Apparates, mit dessen Hilfe Rekruten, die einseitige Blindheit simulieren, überführt werden. Wenn man in das sog. Fleessche Kästchen [2] durch die beiden Gläser hineinblickt, sieht man in den seitlichen Teilen des Ge-

[1] Leçons cliniques sur l'hystérie et l'hypnotisme. Paris 1891. I. Bd. S. 101 ff.

[2] Die Methoden, deren man sich in Deutschland zu bedienen pflegt, sind etwas andere.

sichtsfeldes, rechts wie links, je einen Punkt; die Farbe der Punkte ist verschieden. Durch eine Spiegelvorrichtung wird bewirkt, dafs der auf der rechten Seite erscheinende Punkt nur vom linken Auge, der linkerseits erscheinende nur vom rechten Auge gesehen wird. Die Simulanten, welche Blindheit des rechten Auges vorgeben, behaupten dann den rechts erscheinenden Punkt nicht zu sehen und liefern sich damit der Überführung aus. Im Gegensatze hierzu geben die Hysterischen nach PITRES übereinstimmend und ohne Zögern an, zwei verschieden gefärbte Punkte zu sehen. PITRES hält darum an der Auffassung der hysterischen Blindheit als eines echten, nicht simulierten Krankheitssymptomes fest, und die neueren Autoren des neurologischen Spezialgebietes sind wohl durchweg der gleichen Ansicht.

Die Versuche von PITRES sind mit einigen Variationen vielfach wiederholt worden. Läfst man z. B. den Hysterischen ein Stereoskop benutzen, so findet in ganz normaler Weise Vereinigung der beiden Halbbilder statt. Gegenüber dem Deutungsversuch von BERNHEIM [1], wonach der Kranke das visuelle Bild, welches er in normaler Weise wahrgenommen hat, durch die Einbildungskraft unbewufst „neutralisieren" soll, erhebt PITRES den Einwand, es sei nicht einzusehen, weshalb nicht auch die binokulare Wahrnehmung oder wenigstens der Anteil des angeblich blinden Auges an dieser binokularen Wahrnehmung unbewufst „neutralisiert" werden kann. PITRES selbst neigte der Ansicht zu, dafs sowohl für das einäugige, wie für das binokulare Sehen besondere Zentren vorhanden seien.

Die Versuche mit dem FLEESschen Kästchen und dem Stereoskop erklären sich in einfacher Weise durch die Tatsache, dafs die wirklich perzipierten und somit die Aufmerksamkeit mehr oder weniger herausfordernden Eindrücke des einen Auges auf die sehrichtungsgleichen Eindrücke des anderen Auges bahnend wirken. Im wesentlichen in Übereinstimmung mit dieser Deutung steht die schon von BINET gegebene Interpretation; BINET wies auf die Analogie der PITRESschen Versuche mit dem von FÉRÉ aufgestellten Gesetze von der dynamogenen Wirkung sensorieller Reizungen hin. BINSWANGER erklärt die Einwendungen PITRES' gegen die Ausführungen BINETS für unbegründet und scheint dem letzteren Autor zuzustimmen. Die ein-

[1] Revue de l'hypnotisme expérimental et thérapeutique t. I, 1886, p. 65.

seitige hysterische Blindheit folgt also im wesentlichen ganz den gleichen Gesetzen wie die k. G. E.; auch bei der Deutung jenes Symptoms kommen wir mit der Annahme eines Zustandes der „Hypo- bzw. Afunktion“ in Sinneszentren aus, und es erübrigt sich, eine Störung im höheren Seelenleben für das Symptom verantwortlich zu machen.

Beim Zustandekommen des Phänomens, dafs das amaurotische Auge bei Geöffnetsein des gesunden zu sehen vermag, dürfte aufser dem eben besprochenen noch ein anderer Umstand beteiligt sein. Instruktiv erscheint in dieser Hinsicht ein Versuch Janets an einer Patientin mit linksseitiger Blindheit. „Wenn „ich mich zur rechten Seite Mariens befinde, und mit ihr spreche, „so sieht sie die von links her kommenden Personen nicht und „ist selbst beim binokularen Sehen auf dem linken Auge „amaurotisch. Wenn ich nun sachte auf ihre linke Seite hinüber„gehe, indem ich andauernd ihre Aufmerksamkeit festhalte, so „fährt sie fort, mich mit dem linken Auge zu sehen. Die auf „dem rechten Auge begonnenen Gesichtsempfindungen haben, „wenn ich mich so ausdrücken darf, die Empfindungen des „linken Auges in das Bewufstseinsfeld mitgezogen.“ Janet selbst zieht bereits diesen Versuch mit Recht zur Erklärung von Pitres' „Versuch mit dem Lichtschirm“ heran. Bei diesem Versuch wird auf eine Tafel, der die Patientin gegenübersitzt, eine Zeile geschrieben. Zwischen den Augen wird nun ein Kartenblatt angebracht, welches jedem der beiden Augen einen Teil des Geschriebenen verdeckt. Ist die Amaurose linksseitig, so wird bei geschlossenem linken Auge das rechts vom Lichtschirm Gelegene gelesen, bei geschlossenem rechten Auge dagegen nichts. Sind beide Augen offen, so werden alle Buchstaben gelesen, ebensowohl die links, wie die rechts vom Lichtschirm gelegenen. Der „Versuch mit dem Lichtschirm“ gelingt nach Janet dann besonders gut, wenn die auf die Tafel geschriebenen Buchstaben in ihrer Gesamtheit ein Wort bilden.

Hält man in der normalen Psychologie Umschau, ob hier gleichfalls Erscheinungen vorliegen, welche beweisen, dafs von einer bestimmten Stelle des Sehraums ausgehende Gesichtsempfindungen eine Tendenz zeigen, die von der Nachbarschaft erregten Empfindungen mit sich in das Bewufstsein zu ziehen, so ist an eine bekannte Tatsache der Lehre vom Wettstreit der Sehfelder zu erinnern. Bringt man ein homogenes Feld und

ein mit einer Zeichnung bedecktes zur binokularen Vereinigung, so tragen die Konturen des letzteren im Wettstreit mit dem homogenen Grunde den Sieg davon, erscheinen aber, wofern die Farbe des Grundes, auf dem die Zeichnung entworfen ist, von der des homogenen Feldes abweicht, im Sammelbilde von der Farbe des Grundes der Zeichnung umgeben; erst in einiger Entfernung von der Kontur geht jene Farbe in die binokulare Mischfarbe über. Die die Aufmerksamkeit auf sich lenkende Kontur zieht die von ihrer Nachbarschaft her ausgelösten Empfindungen mit sich in das Bewufstsein hinein. — Als eine Analogie aus dem Gebiete der übrigen hysterischen Anästhesien ist auch die Beobachtung Binswangers anzuführen, wonach die Ausbreitung einer kutanen Anästhesie geringer erscheint, wenn man bei der Prüfung von dem empfindenden Gebiete ausgeht, als wenn man in umgekehrter Richtung vorwärts schreitet. Übrigens ergibt sich bei der Untersuchung von Patienten mit „Tonlücken" ein ganz analoges Resultat.

Unter Umständen zeigt die einseitige Blindheit noch ein paradoxeres Aussehen. Obwohl wir in der sogleich aufzuwerfenden Frage zu keiner unbedingt exakten Entscheidung gelangen werden, so dürfte doch ein kurzes Eingehen auf den Gegenstand in Anbetracht seiner praktischen Wichtigkeit nicht ungerechtfertigt erscheinen.

Der Krankheitsfall Nr. 10 des Werkes von Binswanger dürfte die Ansicht wenigstens nahelegen, dafs bei der einseitigen hysterischen Blindheit eine besondere Erscheinung vorkommen kann, die sich nicht ganz unpassend als „uneigentliche Simulation" bezeichnen liefse, und die dadurch charakterisiert ist, dafs der in dem Patienten lebendige Wunsch, dem Arzte das Symptom zu demonstrieren, zwar ein Glied in der zu dem Beobachtungsphänomen führenden Kausalkette darstellt, dafs aber das Endglied der Kausalkette, das Beobachtungsphänomen, gleich sehr durch das Wesen der Krankheit bedingt ist.

Der Stereoskopversuch gelingt bei der betreffenden Kranken, welche mit dem linken Auge nichts zu sehen angibt, in der gewöhnlichen Weise. „Diese selben Prüfungen sollten am nächsten „Tage wiederholt werden. Durch eine Unvorsichtigkeit der „Krankenschwester hatte die Patientin die auf dem Tische „liegenden, für den gestrigen Stereoskopversuch verwendeten „Zeichnungen der beiden Quadrate mit den gerade entgegen-

„gesetzt verlaufenden Diagonalen gesehen. Als nun trotzdem „der Versuch nochmals angestellt wurde, sah Patientin heute „nicht, wie gestern, ein Quadrat mit sich kreuzenden Diagonalen, „sondern nur die rechte Hälfte eines Quadrates und die rechten „Hälften der sich kreuzenden Diagonalen.

„Patientin wird dabei sehr erregt, errötet und bittet die „Untersuchung abzubrechen.“ Das gleichartige Ergebnis zeigt sich dann bei einer Wiederholung der Stereoskopversuche in der Augenklinik, und zwar auch bei Verwendung anderer Zeichnungen; Patientin bietet wiederum Anzeichen der Verlegenheit dar und erteilt ihre Antwort erst nach längerem Zögern.

Gewifs ist es möglich, dafs die Kranke einfach lügt. Binswanger scheint nicht dieser Ansicht zuzuneigen. Man würde in der Tat, läge gewöhnliche Simulation vor, eine andere Antwort erwarten. Mafsgebend ist hierbei, dafs die Kranke das Stereogramm gesehen hat, dafs ferner am Vortage mit dem gleichen Stereogramm auch bei abwechselnder Öffnung und Schliefsung von je einem Auge experimentiert wurde, und dafs es sich endlich anscheinend um eine intelligente und den gebildeteren Ständen angehörige Patientin handelt. Bietet sich eine andere Erklärungsmöglichkeit dar, so wird man dieselbe wenigstens nicht unerwogen lassen dürfen.

Bei den Unterredungen mit der Vp., welche im psychologischen Laboratorium nicht selten notwendig werden, gewinnt man zuweilen einen Einblick in die physiologischen Anschauungen des Laien. So wurde mir u. a. — von durchaus nicht ungebildeter Seite — die Ansicht geäufsert, man sähe mit jedem der beiden Augen nur dasjenige, was sich auf der betreffenden Seite von der Medianebene befindet. Ich erinnere mich, als Kind eine Zeitlang die gleiche Anschauung gehabt zu haben. — Dies ist der eine der beiden Punkte, welche in der nachfolgenden Schlufsweise Berücksichtigung erfahren werden.

Zweitens mufsten wir k. G. E. und einseitige Amaurose als denselben Gesetzen folgende und nur quantitativ verschiedene Störungen ansehen. Beide wechseln demgemäfs vielfach auch tatsächlich zeitlich miteinander ab; beide beruhen auf einer „Hypo- bzw. Afunktion“ von Sinneszentren. Die „Hypofunktion“ der zentralen Sehsubstanz äufsert sich aber nach obigen Ausführungen darin, dafs nur ein kleinerer Teil des Gesichtsfeldes simultan deutlich gesehen wird, als unter normalen Umständen.

Nehmen wir an, die Kranke hätte ein Interesse daran, bei Öffnung beider Augen eine bestimmte Stelle des Gesichtsfeldes besonders deutlich zu sehen. Es erscheint nach obigen Darlegungen durchaus nicht unwahrscheinlich, daſs sich der Hypofunktionszustand des Sinneszentrums, der sich soeben noch in einseitiger Amaurose äuſserte, nun dadurch verraten wird, daſs die Kranke jetzt nur einen relativ kleinen Teil des Gesichtsfeldes deutlich wahrnimmt, eben denjenigen, auf welchen sie ihre Aufmerksamkeit konzentriert. Wie leicht die einseitige Amaurose durch den bahnenden Einfluſs der Aufmerksamkeit verdeckt werden kann, trat ja bei der Besprechung der Versuche mit dem FLEESschen Kästchen und mit dem Lichtschirm deutlich zutage; die zugrunde liegende Veränderung aber, der Hypofunktionszustand des Sinneszentrums, wird dadurch nicht sogleich beseitigt.

Wir ziehen nun aus den Prämissen den Schluſs. Allerdings muſs — das sei nochmals wiederholt — die Möglichkeit offen bleiben, daſs die Patientin einfach lügt. Mindestens ebenso wahrscheinlich aber erscheint folgende Deutung.

Die Kranke geht, nachdem sie die Absicht des Arztes, ihre Angaben auf ihre Echtheit zu prüfen, erkannt hat, an die Versuche mit dem Wunsch heran, dem Arzte die Echtheit ihrer Sehstörung zu demonstrieren. Sie hat vom binokularen Sehakt die oben dargelegte laienhafte Anschauung. Andererseits hat sie im Laufe ihres langdauernden Leidens häufig die Erfahrung gemacht, daſs bei Konzentration der Aufmerksamkeit nach rechts die rechte Hälfte des Gesichtsfeldes deutlich, die linke undeutlich wird. Diese Erfahrung kann natürlich — wie die Mehrzahl unserer Erfahrungen überhaupt — das praktische Verhalten beeinflussen, ohne daſs sich die Kranke jener Erfahrung in der klaren Gestalt eines formulierbaren Satzes bewuſst ist. Da sich nun ihrer Meinung nach linksseitige Blindheit im ausschlieſslichen Sehen der rechten Hälfte des Gesichtsfeldes verrät, so schlägt sie die Verhaltungsweise ein, die ihren Erfahrungen nach jenen Effekt mit sich führt; sie konzentriert ihre Aufmerksamkeit auf die rechte Hälfte und sieht nun in der Tat lediglich diese. Die Verlegenheit der Kranken rührt daher, daſs sie sich ihres Wunsches, dem Arzte die Störung zu demonstrieren, bewuſst ist, vielleicht auſserdem auch daher, daſs sie nicht während des g a n z e n Versuches — namentlich wohl nicht am Anfang — ihre Aufmerksamkeit auf die eine Hälfte des Gesichtsfeldes

konzentriert, und dafs sie daher zeitweise die ganze Zeichnung sieht. Auch das Zögern bei Erteilung der Antwort ist dann verständlich.

JANET hebt im Gegensatze zu PITRES hervor, dafs Hysterische bei Prüfung mit dem FLEESschen Kästchen zuweilen dieselben Angaben machen wie die Simulanten. Wahrscheinlich verhalten sich auch diese Kranken in der soeben geschilderten Weise. Gerade JANET pflegt ja mit seinen Kranken sehr vielfache und häufige Versuche anzustellen. Der Fall von BINSWANGER wirft m. E. auf die Genese des Phänomens ein besonders deutliches Licht.

Der Wunsch solcher Kranken, dem Arzte die Störung zu demonstrieren, darf an sich nicht als etwas Krankhaftes und spezifisch Hysterisches angesehen werden. Die Mehrzahl dieser Kranken sind im Laufe ihres langen Leidens häufig untersucht worden, und ihre paradoxen Angaben haben oftmals den Zweifel der Ärzte wachgerufen, während sie sich doch selbst der Ehrlichkeit dieser Angaben bewufst sind. Nicht nur Hysterische, sondern sogar Neurastheniker fangen gelegentlich an zu übertreiben und zu flunkern, wenn sie annehmen, dafs der Arzt ihren Angaben keinen Glauben schenkt.

Die Analyse der hysterischen Blindheit hat die eingangs geäufserte Vermutung bestätigt, dafs dieses Symptom ganz ähnlichen Gesetzen folgt wie die k. G. E. und nur einen höheren Grad der gleichen Funktionsstörung darstellt. Wie endlich bei den organischen Sehstörungen die apperzeptive Amblyopie den Übergang bildet zwischen der Seelenlähmung des Schauens und der apperzeptiven Blindheit, so ist auch bei den funktionellen Erkrankungen das Bindeglied in Gestalt der hysterischen Amblyopie verschieden hohen Grades[1] aufweisbar.

IV. Kapitel.

Die Übung im peripheren Sehen und der Zweikomponentensatz.

Die Bedeutung des Zweikomponentensatzes für den Sehakt erhellt auch aus einer weiteren Gruppe von Erscheinungen.

Die Frage nach dem Einflufs der Übung auf die Sehschärfe der Netzhautperipherie bildet den Hauptgegenstand einer oft genannten Arbeit von DOBROWOLSKY und GAINE.[2] Als Objekte

---

[1] Sehr hochgradige Amblyopie findet sich z. B. in dem Falle von MANZ. Berl. Klin. Wochenschr. 1880.

[2] Über die Sehschärfe (Formsinn) an der Peripherie der Netzhaut. *Pflügers Arch.* **12**, S. 411.

dienten einerseits SNELLENsche Probebuchstaben, welche aus den käuflichen Tabellen ausgeschnitten worden waren, andererseits einfache Zeichen, darunter auch, wie aus dem Untersuchungsbericht hervorgeht, Doppelquadrate von der Art derjenigen, welche AUBERT und FOERSTER verwandten. Der Maximalwert der Übungszeit betrug $5^1/_2$ Monate. In einer Tabelle findet sich die Bemerkung, dafs mit der betreffenden Vp. täglich etwa eine Stunde geübt wurde. Ob dieselbe Mafsregel auch bei den übrigen Beobachtern eingehalten wurde, ist nicht klar zu ersehen. Der Wert der peripheren Sehschärfe wurde nach den von DONDERS und SNELLEN festgelegten Mafsprinzipien ausgedrückt.

Der Einflufs der Übung auf die periphere Sehschärfe erwies sich als ein sehr beträchtlicher. So besafs z. B. die Sehschärfe eines Beobachters, dessen zentrale Sehschärfe gleich 1 war, bei einer Exzentrizität von 45^0 vor der Übung den Wert $^1/_{200}$, nach derselben $^1/_{20}$. Die Sehschärfe hatte in diesem Falle also den zehnfachen Betrag erreicht.

Wenn man nach den Faktoren fahndet, welche bei fortschreitender Übung möglicherweise eine Änderung erleiden können, so bieten sich für die von D. und G. gefundenen Resultate drei Erklärungsmöglichkeiten dar.

Welcher Kriterien sich die Vp. bei einer der Bestimmung ihrer Sehschärfe gewidmeten Untersuchung bedienen wird, diese Frage ist durch den Wortlaut der Instruktion noch keineswegs beantwortet. Denn die Instruktion, einen Buchstaben zu erkennen, gestattet, wie wir sahen (S. 61 f.), noch einen relativ weiten Spielraum möglicher Verhaltungsweisen seitens der Vp. Diese Verhaltungsweisen können bei längerer Fortsetzung der Versuche eine Änderung erfahren, insbesondere dadurch, dafs die Vp. mit den zur Verwendung gelangenden Zeichen vertraut wird und bald weifs, welche Formen überhaupt vorkommen. Hinsichtlich der zentralen Sehschärfe haben wir nun gesehen, dafs in dem Falle der Verwendung von Buchstaben, bei welchem die soeben angedeuteten Verhältnisse vorliegen, die Kriterien durch die Natur des Netzhautbildes bei weitem nicht so eindeutig bestimmt sind, als wenn die erheblich einfachere und weit leichter in gleichförmiger Weise zu vollziehende Aufgabe gestellt ist, die Getrenntheit zweier Quadrate wahrzunehmen (vgl. S. 67).

Eine ganz ähnliche Wandlung werden die Kriterien mit der Zeit offenbar durchmachen, wenn nicht die direkte, sondern die

indirekte Sehschärfe geprüft wird. Hier wäre also ein erster Faktor, an welchen ein Versuch, die von D. und G. gefundenen Ergebnisse zu erklären, möglicherweise anknüpfen könnte. Falls die eingetretene Veränderung restlos auf die Wandlung der Kriterien zurückgeführt werden könnte, wäre der Befund dann jedenfalls so zu deuten, dafs eine Steigerung der Empfindlichkeit der Netzhautperipherie nicht eigentlich eintritt, sondern nur vorgetäuscht wird.

Zweitens aber ist es möglich, dafs die lichtperzipierenden Organe, welche die betreffenden Empfindungen vermitteln, infolge der Übung eine wirkliche Erhöhung ihrer Leistungsfähigkeit erfahren.

Die experimentelle Analyse des A. F. G. nötigt aber dazu, auch noch eine dritte Möglichkeit in Erwägung zu ziehen. Wir haben an mehreren Stellen des experimentellen Teiles gesehen, eine wie erhebliche Verbesserung die Wahrnehmungen des indirekten Sehens durch eine lokale Konzentration der Aufmerksamkeit auf die in Frage kommenden Stellen erfahren. Wir sahen auch, dafs die genannte Verhaltungsweise sowohl schwierig als auch ermüdend ist, und im allgemeinen nur unter besonderen Versuchsbedingungen eintritt. Es wäre nicht undenkbar, dafs es eigentlich jene unnatürliche und ungewohnte Richtung und Verhaltungsweise der Aufmerksamkeit ist, welche bei längerer Fortsetzung der Versuche eine bessere Einübung erfährt. Auch in diesem Falle würde die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Aufnahmeapparate nur vorgetäuscht sein.

Wir wollen von einer „Hypothese a“, einer „Hypothese b“ und einer „Hypothese c“ reden, je nachdem der Erklärung der D. und G.schen Befunde die Annahme einer Wandlung der Kriterien oder diejenige einer funktionellen Erstarkung der Aufnahmeapparate oder endlich der Hinweis auf die gekennzeichnete Verhaltungsweise der Aufmerksamkeit zugrunde gelegt wird.

Gegen die Zulassung der „Hypothese a“, wenigstens in der Form, dafs sie allein zur Erklärung des Tatbestandes ausreiche, werden wir erst an späterer Stelle (vgl. S. 280) entscheidende Gründe vorbringen können. Hier sei vorläufig nur auf zwei Punkte hingewiesen, welche jene Hypothese von vornherein als unzutreffend, oder genauer, als nicht ausreichend erscheinen lassen.

Erstens nämlich fand bei den Untersuchungen von D. und G. unter den einfachen Zeichen auch das Aubert-Foerstersche

Doppelquadrat Verwendung. Wir haben aber gesehen, dafs bei Zugrundelegung dieses Objektes das Kriterium durch die Natur des Eindruckes weit eindeutiger bestimmt ist als etwa bei Verwendung von Buchstaben.

Zweitens kam der Einflufs der Übung bei D. und G. oft schon nach dem ersten Versuche zum Vorschein (l. c. S. 130). Da nun wegen der Verwendung einer gröfseren Anzahl von Zeichen und des Wechsels derselben das zweite überhaupt vorkommende Zeichen sicherlich unbekannt war, so konnte bei seiner Vorzeigung der Umstand nicht in Betracht kommen, dafs die Vp. weifs, welche Zeichen überhaupt zu den Versuchen zugelassen wurden.

Betrachten wir jetzt die von D. und G. gefundenen Sätze etwas näher, und halten wir uns stets dabei gegenwärtig, was vom Standpunkt jeder einzelnen der drei Hypothesen aus unter den betreffenden Versuchsbedingungen zu erwarten gewesen wäre!

Zunächst ergab sich ein sehr auffälliges und einigermafsen paradoxes Resultat, als D. und G. die Leistungsfähigkeit des indirekten mit derjenigen des direkten Sehens auf eine etwas andere Weise verglichen. Sie prüften nämlich einerseits im Gebiete der Makula, andererseits in verschieden stark exzentrischen Netzhautregionen die Unterschiedsempfindlichkeit für Helligkeitsdifferenzen.[1]

Zu dem Behuf wurde auf einer rotierenden weifsen Kreisscheibe ein schwarzer Sektor von kleinerem Radius so weit herausgezogen, dafs eben ein schwacher Schatten erschien. Der Apparat war in einem Punkte der Peripherie eines Halbkreises fest aufgestellt, in dessen Zentrum sich das in den verschiedenen Versuchsabteilungen nach verschiedenen Punkten des Halbkreises blickende Auge der Vp. befand.

Das Ergebnis der Versuche mit den Buchstaben und Zeichen hätte man in dem Satze ausdrücken können, dafs die peripherer gelegenen Netzhautteile bei fortschreitender Übung in die Lage versetzt werden, dieselbe Rolle zu übernehmen, welche vordem nur den der Fovea näher liegenden Partien zukam. Nun stehen aber die exzentrischeren Netzhautteile denen der

---

[1] Über die Lichtempfindlichkeit (Lichtsinn) auf der Peripherie der Netzhaut. *Pflügers Arch.* **12**, S. 432. Wir zitieren diese Arbeit der Verfasser künftig als „Lichtsinn", ihre früher genannte Arbeit als „Formsinn".

Fovea nicht nur hinsichtlich des Unterscheidungsvermögens für Formen nach, sondern dasselbe ist, und zwar, wie aus der Untersuchung von D. und G. hervorgeht, in ganz beträchtlichem Maſse, bezüglich der Unterschiedsempfindlichkeit für Helligkeitsdifferenzen der Fall. Beruht nun jener Übungserfolg auf einer wirklichen physiologischen Erstarkung der Aufnahmeapparate, so wird man erwarten, daſs bei zunehmender Häufung der Versuche die exzentrischeren Netzhautteile die Rolle der zentraleren nicht nur hinsichtlich des Formensinns, sondern auch hinsichtlich der Unterschiedsempfindlichkeit übernehmen werden, um so mehr, als wir sahen, daſs gleichzeitig mit dem Undeutlicherwerden der Wahrnehmungen des Lichtsinns auch diejenigen des Formensinns an Deutlichkeit und Bestimmtheit abnehmen, und daſs somit ein mehr oder weniger groſser Betrag der Verantwortung für den relativen Mangel an Formenunterscheidungsvermögen im Gebiete der Netzhautperipherie wohl auf Rechnung des relativen Mangels an Unterschiedsempfindlichkeit zu setzen ist.

Es muſs darum vom Standpunkt der „Hypothese b" einigermaſsen paradox erscheinen, wenn wir erfahren, „daſs Übung des „peripherischen Teiles von keinem merklichen Einflusse auf „dessen Empfindlichkeit ist. Die Zahl von Graden, um welche „der schwarze Sektor vorgeschoben werden muſste, um dem „Auge einen sichtbaren Schatten zu geben, war bei wiederholten „Untersuchungen in allen Augen für die verschiedenen Stellen „der Peripherie beinahe dieselbe, und die erhaltenen Schwankungen „waren sehr unbedeutend. In dieser Beziehung existierte keine „Analogie zwischen der Lichtempfindlichkeit des Auges und der „peripherischen Sehschärfe, auf deren Zunahme die Übung stets „einen so groſsen Einfluſs ausübt."

Vom Standpunkte der „Hypothese c" aus überrascht diese Tatsache gar nicht; im Gegenteil, von hier aus muſs man sie erwarten. Wir haben ja gesehen, daſs die „zweite Komponente" der exzentrischen Sehschärfe, auf welche die „Hypothese c" Bezug nimmt, bei den die Erkennbarkeit von Buchstaben und Doppelquadraten betreffenden Versuchen in Erscheinung trat, dagegen keine Rolle spielte, als Aubert dieselben Netzhautstellen auf ihre Farbenschwellen hin prüfte (S. 10). Es gelang uns auch, dieses Verhalten in ausreichender Weise aus den besonderen hier obwaltenden Versuchsbedingungen zu erklären (S. 107).

Derselbe Unterschied der Bedingungen — bei Versuchen mit

Buchstaben und einfachen Zeichen, z. B. Doppelquadraten, einerseits, bei der Bestimmung von Schwellen andererseits — kehrt auch bei den uns jetzt beschäftigenden Untersuchungen von D. und G. wieder. Wir hoben schon hervor, daſs zur Ausschaltung der „zweiten Komponente" der Umstand beitrug, daſs D. und G. bei diesen Versuchen ganz ausdrücklich dafür Sorge trugen, immer nur während ganz kurzer Momente zu beobachten, und zwar gerade während derjenigen Momente, in welchen auch nach unseren eigenen Beobachtungen die Bedingungen für die seitliche Konzentration der Aufmerksamkeit in besonders hohem Maſse erfüllt sind. „Gewöhnlich erscheint, so führen nämlich jene Autoren aus („Lichtsinn" S. 434ff.), „der schwache „Schatten vom Sektor nur in den ersten Momenten, wenn man „ihn mit dem peripherischen Sehen zu beobachten beginnt, so„dann verschwindet er ganz, bis sich die Netzhaut von dem er„haltenen Eindrucke erholt hat.[1] Deshalb ist es notwendig, bei „der Untersuchung öfters das Auge auf einige Zeit zu schlieſsen, „um sich von der Richtigkeit der erhaltenen Empfindung zu „überzeugen und jede unnütze Ermüdung der Augen überhaupt „zu vermeiden. Ein anderes Hilfsmittel besteht darin, daſs das „zu untersuchende Auge leichte seitliche Bewegungen macht, „indem das Fixationsobjekt leichte Schwankungen nach dieser „und jener Seite von der Stelle aus erfährt, an welcher die „Untersuchung vorgenommen wird; oder aber, das Auge führt „längs dem Fixationsobjekt leichte Bewegungen nach oben und „unten aus. Überhaupt muſs man sich bei diesen Untersuchungen, „um das Maximum der Empfindlichkeit der Peripherie der Netz„haut zu ermitteln, auf die ersten Empfindungen beschränken „und sich von ihnen leiten lassen, weil hier das Auge noch „nicht ermüdet ist."

Die Beobachtung erfolgte also nur für kurze Momente, während deren, wie sich aus dem Ausfall unserer instantanen Versuche ergibt, eine seitliche Konzentration der Aufmerksamkeit möglich ist. Dieser Beobachtungsmoment ist der erste Augenblick, welcher auf die Hinwendung des Blickes auf den zu fixierenden Punkt folgt. Nun sahen wir aber, daſs das Doppel-

[1] Die Verfasser halten mit Aubert die rasche Ermüdbarkeit der Netzhautperipherie für die einzige Ursache des leichten Verschwindens und Wiederauftauchens.

quadrat auch bei den unter Dauerexposition angestellten Versuchen im ersten Augenblick in viel exzentrischerer Lage deutlich getrennt erscheint als unmittelbar darauf (S. 28f.), ein Verhalten, welches wir gleichfalls mit der „zweiten Komponente“ in Zusammenhang bringen zu müssen glaubten (S. 108f.). Endlich dürfte die Wahrnehmung eines bewegten Objektes wegen ihrer gröfseren Eindringlichkeit leichter und vollkommener eine lokale seitliche Konzentration der Aufmerksamkeit herbeiführen als diejenige eines ruhenden[1] (vgl. auch S. 107).

Gewannen wir schon aus dem Bisherigen die Überzeugung von der Überlegenheit der „Hypothese c“ gegenüber der „Hypothese b“, so erlangt diese Überzeugung noch einen höheren Gewifsheitsgrad, wenn wir sehen, wie leicht und natürlich sich von der ersteren Annahme aus die Erklärung der übrigen Sätze von D. und G. gestaltet, und in welche Verlegenheit wir andererseits in Hinblick auf sie geraten, wenn wir einer der beiden konkurrierenden Hypothesen zustimmen. Das ergibt deutlich die Betrachtung des folgenden, von D. und G. aufgestellten Satzes.

„Die peripherische Sehschärfe nimmt infolge von Übung zu „und diese verhältnismäfsige Zunahme der Sehschärfe wächst „im Mafse der Entfernung vom Zentrum zur Peripherie immer „mehr und mehr, und umgekehrt, der Einflufs der Übung nimmt „in der Richtung von der Peripherie zum Zentrum ab.“

Das hierin ausgedrückte Verhalten ist nach „Hypothese c“ zu erwarten. Ist es die Fähigkeit, eine lokale seitliche Konzentration der Aufmerksamkeit zu vollziehen, welche durch die Übung gesteigert wird, so mufs dieser Übungserfolg an den dem

---

[1] Dafs es teleologisch zweckmäfsig wäre, wenn die Wahrnehmung eines bewegten Objektes eine besonders prompte, sichere und vollkommene lokale Konzentration der Aufmerksamkeit auslöste, bedarf keines Beweises. Wir können an dieser Stelle nicht auf die Prüfung der Frage eingehen, ob hiermit vielleicht die bekannte zwischen der Sehschärfe für ruhende und derjenigen für bewegte Objekte bestehende Gesetzmäfsigkeit zusammenhängt, der zufolge die auf die zweite Art bestimmte Sehschärfe zwar gleichfalls vom Zentrum nach der Peripherie hin abnimmt, aber in auffallend langsamerer Weise als die Sehschärfe für ruhende Objekte. Hiermit hängt vielleicht auch zusammen, dafs Objekte, wie z. B. Buchstaben, nach einer von Landolt gemachten (Graefe-Saemisch, Handbuch d. ges. Augenheilk. I. Aufl., III. Bd., 1874) und von D. und G. bestätigten Beobachtung auf der Netzhautperipherie im Falle der Bewegung besser und früher erkannt werden als in jenem der Ruhe.

Zentrum ferner gelegenen Netzhautstellen deutlicher in Erscheinung treten als an den ihm näheren; denn die Beschaffenheit der Wahrnehmungen des indirekten Sehens ist um so ausschliefslicher durch die „erste Komponente", um so weniger durch die „zweite Komponente" der exzentrischen Sehschärfe bedingt, je näher die betreffende Netzhautstelle der Fovea liegt, und je kleiner demnach die scheinbare Entfernung des ihr entsprechenden Ortes des Aufsenraums von dem fixierten Punkte ist. Sahen wir doch, dafs der Unterschied zweier Konstellationen, in denen das Doppelquadrat sowohl auf dieselbe Stelle der Netzhaut fällt, als auch ein in beiden Fällen gleiches Netzhautbild liefert, und in denen sich die scheinbare Entfernung des Objektes vom fixierten Punkte nur relativ wenig unterscheidet, nicht ausreicht, um das Aubert-Foerstersche Phänomen in Erscheinung treten zu lassen, sondern dafs sich hier nur der geringere Grad desselben, das Kostersche Phänomen, zeigt.

D. und G. selbst sind aufserstande, die Tatsache, dafs der Einflufs der Übung im äufseren Teile des Gesichtsfeldes bedeutender ist, als im inneren, zu erklären. Eine ziemlich naheliegende Deutung wird von den Autoren selbst als unzutreffend zurückgewiesen. Hinsichtlich des inneren und oberen Teiles des Gesichtsfeldes nämlich, also des äufseren und unteren Teiles der Netzhaut, könnte man sagen, dafs die Sehschärfe innerhalb dieses Bereiches wegen der Verdeckung dieser Gesichtsfeldregionen durch vorspringende Teile des Antlitzes für gewöhnlich durch die Praxis des Lebens ganz besonders wenig geübt sei. Hierauf ist zu erwidern, dafs auch im unteren Teile des Gesichtsfeldes, welcher für gewöhnlich nicht verdeckt ist, der Einflufs der Übung aufsen gröfser[1] ist als innen.

Geradezu voraussagen könnte man auf Grund des soeben besprochenen Resultates ein weiteres Ergebnis, welches D. und G. folgendermafsen formulieren: „Im allgemeinen können wir „hinsichtlich der Ausdehnung der Zonen (sc. innerhalb deren „die Buchstaben erkannt werden) für alle Meridiane den Schlufs „ziehen, dafs dieselbe für kleine Buchstaben infolge von Übung „in geringerem Mafse erfolgt als für grofse."

---

[1] In der Arbeit von D. und G. heifst es infolge eines sinnverkehrenden Druckfehlers „geringer" (l. c. S. 429). Der richtige Wortlaut ergibt sich nicht allein daraus, dafs die ganze Argumentation der Verfasser hinfällig werden würde, sondern auch direkt aus der Betrachtung der Tabellen.

Es sind ja eben die grofsen Buchstaben, welche wegen ihrer Gröfse bereits auf weiter peripher gelegenen Netzhautstellen erkannt werden als die kleinen Buchstaben. Da nun die Gröfse des Übungserfolgs der Netzhautstellen mit dem Betrag ihres Winkelabstandes von der Fovea zunimmt — dieser Zunahme korrespondiert, da das Perimeter immer dieselbe Entfernung vom Auge hat, eine scheinbare Entfernungszunahme des Objektes vom Fixierpunkt — so müssen die grofsen Buchstaben durch die Übung mehr gewinnen als die kleinen.

Im ungeübten Zustand werden die kleinen Buchstaben, wie wir sahen, innerhalb von Zonen erkannt, welche von denen, die sich nach längerer Einübung ergaben, nicht sehr stark abweichen; da nun aber bei grofsen Buchstaben infolge der Übung eine sehr erhebliche Erweiterung der Zonen eintritt, so mufs bei Betrachtung der im ungeübten Zustande gewonnenen Resultate der Anschein entstehen, dafs die Grenzen für gröfsere Buchstaben im Vergleich mit denen für die kleineren sehr nahe am Zentrum liegen. D. und G. lassen sich hierüber folgendermafsen aus: „Indem wir die Grenzen für Buchstaben von verschiedener Gröfse „in ungeübten Augen vergleichen, stofsen wir auf eine merk„würdige Tatsache, nämlich, dafs die Grenzen für gröfsere Buch„staben, im Vergleich mit den kleineren, sehr nahe am Zentrum „liegen, die Grenzen für kleinere Buchstaben dagegen verhältnis„mäfsig weit vom Zentrum entfernt sind.“[1] Die Verff. heben

[1] Unsere Erklärung würde hinfällig werden, wenn die Worte „im Vergleich mit den kleineren sehr nahe am Zentrum“ bedeuten sollten, dafs die grofsen Buchstaben, auch absolut genommen, näher an das Zentrum herangebracht werden mufsten. Denn dafs die grofsen Buchstaben in dem Augenblick, in welchem sie soeben erkannt werden, absolut genommen, vom Zentrum weiter abstehen als die kleinen Buchstaben, war eine für unseren Schlufs unerläfsliche Prämisse. — Aus den Tabellen der Arbeit von D. und G. geht nun hervor, dafs die Zonen für das Erkennen der grofsen Buchstaben tatsächlich ausgedehnter waren als diejenigen für das Erkennen der kleinen Buchstaben; die Auslassung von D. und G. ist also nur so zu verstehen, dafs der Unterschied zwischen der Gröfse der Zonen für die grofsen Buchstaben einerseits und derjenigen der Zonen für die kleinen andererseits relativ sehr gering ist, einmal wohl in Anbetracht der Gröfse der im geübten Zustand hervortretenden Differenz, und zweitens in Hinsicht auf die sehr erhebliche Gröfsendifferenz der Buchstaben, der zufolge man auch einen erheblichen Unterschied in der Gröfse der Erkennungszonen zu erwarten geneigt ist.

hervor, dafs dieses Verhalten eine Analogie zu dem von Aubert und Foerster gefundenen Gesetz darstelle.

Zwischen allen vom Unterschied der grofsen und der kleinen Buchstaben handelnden Sätzen und „Hypothese a", sowie zwischen ihnen und „Hypothese b" läfst sich gar keine Beziehung erkennen, und diese Sätze vermögen darum auch für keine dieser beiden Hypothesen eine Bestätigung zu liefern.

Die Erklärung ferner, welche D. und G. selbst von dem zuletzt erwähnten Satze von dem Verhalten grofser und kleiner Buchstaben bei einem Ungeübten geben, ist eine Scheinerklärung und läuft auf einen Zirkel hinaus. Es wird nämlich auf Grund der Gröfse der Buchstaben, welche auf den einzelnen, mehr oder weniger weit exzentrisch gelegenen Netzhautgebieten eben gerade erkannt werden, der Wert der Sehschärfe in jenen peripheren Netzhautgebieten zahlenmäfsig ausgedrückt. „Hierbei ergibt sich, „dafs die gröfste Abnahme der Sehschärfe am gelben Fleck selbst „stattfindet. Weiter zur Peripherie vom gelben Fleck geht die „Abnahme langsamer und gleichmäfsiger und an der äufsersten „Peripherie endlich wieder schneller vor sich." Der Punkt, von dem aus die Abnahme wieder schneller vor sich geht, soll etwa bei 40° liegen. Dieser Satz über den Abfall der Sehschärfe wird zur Erklärung der Tatsache benutzt, dafs die Grenzen für gröfsere Buchstaben, im Vergleich mit denjenigen für kleinere, sehr nahe am Zentrum liegen. Der stärkere Abfall der Sehschärfe befinde sich bei 40°, und die äufsersten Grenzen für diejenigen Buchstaben, welche die genannte Eigenschaft, nur in relativ geringer Entfernung vom Zentrum erkannt zu werden, besitzen, lägen etwa zwischen 30 und 50°.

Beide Sätze, sowohl der zu erklärende wie der als Erklärung herangezogene, wurden aus ein und derselben Tabelle abgelesen. In dieser Tabelle stehen die in Winkelgraden ausgedrückten Exzentrizitätsmafse der betreffenden peripheren Netzhautstellen, daneben die Nummern der an den betreffenden Stellen eben erkannten Buchstaben und, aus diesen Nummern der Buchstaben, also aus ihrer Gröfse, abgeleitet, die Mafse der Sehschärfe an den betreffenden Stellen. Auf die Betrachtung der Geschwindigkeit, mit welcher die eben erkennbaren Buchstabengröfsen mit der Exzentrizität zunehmen, gründet sich der zu erklärende Satz. Der als Erklärung herangezogene Satz gründet sich auf die Betrachtung der Geschwindigkeit, mit welcher

die Sehschärfe mit zunehmender Exzentrizität abnimmt. Da die Sehschärfenwerte nur aus den Werten der Buchstabengröfse gewonnen sind, so drücken beide Sätze gar nicht zwei verschiedene Tatsachen aus, sondern ein und dieselbe Tatsache, nur gewissermafsen in verschiedener Sprache.

Wenn „Hypothese c" zutrifft, und die Wirkung der Übung somit wesentlich auf dem Fortschritt in der Fähigkeit, eine lokale seitliche Konzentration der Aufmerksamkeit vorzunehmen und den Einflufs der „zweiten Komponente" zu überwinden beruht, so wird man erwarten, dafs sich das in der „zweiten Aubertschen Konstellation" sonst zu beobachtende Aubert-Foerstersche Phänomen bei den auf die lokale seitliche Konzentration der Aufmerksamkeit besonders eingeübten Beobachtern nicht in starker Ausprägung zeigen werde. In der Tat ergab sich[1], dafs Buchstaben von verschiedener Gröfse und in verschiedenen Entfernungen vom Auge, wenn sie unter gleichem Gesichtswinkel erschienen, von der Peripherie der Netzhaut in gleicher Entfernung vom Zentrum wahrgenommen wurden.[2] Dasselbe Resultat erhielten D. und G. mit Doppelquadraten. Bemerkenswert ist hierbei übrigens folgende Beobachtung. „Dr. Dobro„wolsky ... behauptet doch, dafs kleine Buchstaben in der „Nähe vom Auge, wenn auch in derselben Entfernung vom „Zentrum wie die grofsen Buchstaben aus der Ferne, doch „l e i c h t e r und r i c h t i g e r unterschieden werden." Die Autoren

[1] Die Beobachter, Daniloff und Dobrowolsky, gehören zu den Versuchspersonen, mit welchen die Übungsversuche angestellt worden waren.

[2] Übrigens waren die Unterschiede der Entfernungen, aus denen beobachtet wurde, sowie auch der absolute Wert der gröfseren Entfernung, nicht sehr bedeutend. — Es wurde das einemal aus einer Entfernung von 50, daneben zum Vergleich aus einer Entfernung von 100 cm beobachtet. In Anbetracht dieser beiden Umstände ist ein sehr deutliches Auftreten des Aubert-Foersterschen Phänomens an sich schon nicht zu erwarten. Wegen der relativen Kleinheit des gröfseren der beiden Abstände wird sich die „Unüberschaubarkeit" nicht so stark geltend machen; und auch wenn sie auftritt, so kann doch das A. F. G. wegen des relativ geringen Unterschieds der Konstellationen nicht so deutlich in Erscheinung treten. — Ferner nähern sich, wenigstens im Falle der Prüfung mittels Buchstaben, die von D. und G. eingeführten Versuchsumstände denjenigen an, welche bei den Aubertschen Versuchen zur Untersuchung der Farbenschwellen herrschen. Es wurden nämlich von D. und G. zu der in Rede stehenden Untersuchung nur die a l l e r s c h w e r s t e n Buchstaben benutzt.

fahren allerdings folgendermaſsen fort: „Diese gröſsere Leichtig-„keit beim Unterscheiden der kleinen Buchstaben in der Nähe „hängt, wie es scheint, davon ab, daſs kleine Buchstaben in der „Nähe für das Auge besser und heller erleuchtet sind, als gröſsere „in der Ferne.“ Wir haben jedoch gesehen (S. 8f.), daſs es nicht angängig ist, diese „hellere Erleuchtung“ des nahen Objektes physikalisch zu erklären. Daſs auch D. und G. diesen Schluſs ziehen, nimmt, abgesehen von dem zugrunde liegenden physikalischen Irrtum, darum besonders wunder, weil jene Autoren fanden, daſs die Grenzen für die Buchstaben unverändert blieben, ob die Beobachtungen bei hellem Sonnenschein oder an trüben Tagen, ob sie bei enger oder bei weiter Pupille (Atropin) angestellt wurden, und weil sie auf Grund dieser Tatsachen an anderer Stelle den Satz aufstellen, daſs die Erkennungsgrenzen von den Verschiedenheiten der Beleuchtungsstärke in hohem Maſse unabhängig sind.

Endlich begreift sich der zeitliche Gang des Übungseinflusses auf dem Boden der „Hypothese c“ leichter, als wenn man „Hypothese b“ zugrunde legt. Nach $3^1/_2$ monatlicher Übung führt eine weitere zweimonatliche Fortsetzung der Versuche zu keiner nachweislichen Mehrleistung. Die Tabellen, welche nach vorausgegangener sechswöchentlicher und nach $3^1/_2$ monatlicher Übung zusammengestellt wurden, differieren nur um ein Geringes. Der Einfluſs der Übung macht sich nach Angabe von D. und G. oft schon nach dem ersten Versuche geltend. — In Fällen, in denen durch Übung eine wirkliche physiologische Erstarkung hervorgerufen wird, wie z. B. bei der Muskelübung, stellt sich wohl in der Regel nicht nach relativ so kurzer Zeit ein nicht mehr überbietbarer Maximalerfolg ein. Dagegen ist es plausibel, daſs der Beobachter die lokale seitliche Konzentration der Aufmerksamkeit nach relativ kurzer Zeit erlernen wird, und daſs dann später, falls der Übungserfolg eben nur in dem vollkommenen Gelingen dieser Verhaltungsweise beruht, eine weitere Steigerung der Sehschärfe kaum eintreten wird.

Im Laufe unserer eigenen Versuche trat in der Periode, in der alle Werte notiert wurden, kein merkbarer Übungserfolg zutage. Das schnelle und deutliche Wachsen der Übung am Anfang, welches von D. und G. betont wird, hatte sich vermutlich bereits während der Vorversuche vollzogen. Trifft die von uns gegebene Deutung des Übungserfolgs zu, so muſs das scheinbare „Anwachsen der Sehschärfe“ dann besonders schnell erfolgen, wenn die Versuchsbedingungen eine seitliche Konzentration der Aufmerk-

samkeit von Anfang an in besonders zwingender Weise erheischen; also namentlich dann, wenn die Vp. nicht nur angehalten wird, z. B. den Moment, in welchem die Quadrate getrennt erscheinen, anzugeben, sondern auch, wie von unserer Seite zum Zwecke der Ermittlung der von der Vp. benutzten Kriterien geschah, genötigt wird, die von dem seitlichen Objekt hervorgerufenen Wahrnehmungen näher zu beschreiben.

Aus alledem folgt aber noch nicht, dafs nicht lange fortgesetzte Übung doch noch einen weiteren, wenn auch langsameren und nur während gröfserer Zeiträume konstatierbaren Fortschritt im Gefolge gehabt haben würde. Auf diese Möglichkeit weist wenigstens eine in einem analogen Falle gemachte Beobachtung hin, betreffend das Verhalten der Sehschärfe der Schielenden (in Wirklichkeit handelt es sich hierbei, wie wir sehen werden, um mehr als eine Analogie). „Bei Beginn der Untersuchungen „findet man zunächst recht schlechte Sehschärfen in dem schielenden „Auge, welche sich indessen bei genügend zahlreichen Wiederholungen „wesentlich verbessern, bis man gewisse konstante Worte erhält, über die „hinaus eine Verbesserung nicht angegeben wird.“ [1] Also schon ohne systematische und planmäfsige Übung, bereits während der Funktionsprüfung, findet eine zunächst nicht überbietbar erscheinende Steigerung der Sehschärfe statt; und trotzdem wird nach JAVAL durch methodische und langdauernde Übungen dann noch eine w e i t e r e langsam, aber sicher fortschreitende Steigerung erzielt.

Wir haben die „Hypothese c“ bis jetzt vorwiegend gegenüber der „Hypothese b“ verteidigt. Zu einer Auseinandersetzung mit „Hypothese a“ bot sich bis nun weniger Gelegenheit. Das Versäumte wird nachgeholt werden, da sich bei Gelegenheit der Erörterungen, welchen wir uns nun zuwenden, ganz von selbst herausstellen wird, dafs der Übungserfolg der peripheren Sehschärfe nicht ausschliefslich und in ausschlaggebender Weise mit Hilfe jener Hypothese zu erklären ist (vgl. S. 280).

Von Wichtigkeit werden die hier dargelegten Verhältnisse vor allem wegen ihrer Bedeutung für eine Reihe sogleich zu besprechender Erscheinungen beim S e h e n d e r S c h i e l e n d e n.

V. Kapitel.

Anwendung des Zweikomponentensatzes auf die Lehre vom Sehen der Schielenden, insbesondere Erklärung der Schielaugenamblyopie.

§ 1.

Die Vermutung liegt nicht fern, dafs das A. F. G. auch für die Lehre vom Sehen der Schielenden bedeutsam sein könne.

[1] SCHLODTMANN, Studien über anomale Sehrichtungsgemeinschaft bei Schielenden. *Arch. f. Ophth.* **51**, S. 266.

Die Analyse des AUBERT-FOERSTERschen Phänomens hat ergeben, daſs sich die von der Fovea gelieferten Eindrücke vor den durch die Netzhautperipherie vermittelten durch gröſsere Klarheit und Schärfe nicht allein darum auszeichnen, weil die Fovea im Vergleich zur Peripherie mit leistungsfähigeren Aufnahmeapparaten ausgestattet ist, sondern auch, weil das „Zentrum der Aufmerksamkeit", wie wir uns kurz ausdrücken konnten, unter normalen Umständen mit der jeweilig direkt gesehenen Stelle des Sehraumes zusammenfällt.

Wenn nun infolge von Strabismus das reguläre Zusammenwirken der beiden Netzhäute in der Weise gestört ist, daſs ein Reiz, welcher im normalen Auge zu einem die Fovea treffenden Netzhautbilde Anlaſs gibt, im Schielauge jederzeit eine Stelle von bestimmter Exzentrizität erregt — in vielen Fällen wird jene Stelle bekanntlich mit der Fovea des normalen, des „führenden" Auges sehrichtungsgleich[1] —, so ist zu vermuten, daſs jene exzentrische Stelle des Schielauges hinsichtlich ihrer Beziehung zu den Funktionen der Aufmerksamkeit eine ähnlich ausgezeichnete Stellung einnehmen wird, wie unter normalen Umständen die Fovea. Trifft diese Vermutung zu, so wird man auf Grund des A. F. G. erwarten, daſs jene exzentrische Stelle eine höhere Sehschärfe zu erlangen vermag im Vergleich zu anderen Stellen derselben Netzhaut, welche dieselbe Exzentrizität besitzen, und eventuell sogar im Vergleich zu der genau übereinstimmend gelegenen exzentrischen Netzhautstelle des normalen Auges.

Wir betreten jetzt den den obigen Ausführungen entgegengesetzten Weg, indem wir unseren Ausgang nicht vom A. F. G. nehmen, sondern von den hinsichtlich der Sehschärfe der Schielenden bekannt gewordenen Tatsachen. Wir wollen einfach ver-

[1] Man denke sich bei einer bestimmten, im übrigen beliebigen Stellung des Doppelauges den Ort, an welchem ein die Fovea des „führenden" Auges treffender Reiz erscheint, mit der Nasenwurzel verbunden. Die so erhaltene Linie ist die Sehrichtungslinie der Fovea des „führenden" Auges. Führt man die soeben für die Fovea des normalen Auges vollzogene Konstruktion für die „vikariierende" Makula des Schielauges durch, d. h. für diejenige exzentrische Stelle der Netzhaut des Schielauges, welche gleichfalls von dem die Fovea des „führenden" Auges affizierenden Reize getroffen wird, und gelangt man auf diese Weise zu derselben Sehrichtungslinie wie bei der ersten Konstruktion, so ist die „vikariierende" Makula des Schielauges mit der Fovea des „führenden" Auges „sehrichtungsgleich".

suchen, diese letzteren in vorurteilsfreier Weise und unter Heranziehung aller in Betracht kommenden Möglichkeiten zu erklären. Eine solche Untersuchung ist in diesem Zusammenhange allerdings nur darum gerechtfertigt, weil ihr Resultat eine neue Bestätigung für unsere Auffassung des A. F. G. liefert; allein wir haben diese Untersuchung zunächst, gleich derjenigen über die konzentrische Gesichtsfeldeinengung, in der Weise durchzuführen, als ob unser Interesse ausschliefslich den betreffenden pathologischen Tatsachen, nicht aber dem A. F. G. gälte.

a) Schon A. v. GRÄFE hebt ausdrücklich die bessere Sehschärfe hervor, welche die „vikariierende Makula" im Gegensatz zu einer gleich exzentrisch gelegenen Stelle eines normalen Auges besitze. „Die Empfindlichkeit des vikariierenden Zentrums", so berichtet jener Forscher in seiner Arbeit „Über das Doppeltsehen nach Schieloperationen und Inkongruenz der Netzhäute"[1], „stand allerdings hinter der Makula lutea eines gewöhnlichen „Auges bedeutend zurück, da die Kranke trotz mehrmonatlicher „Übung mit Konvexgläsern es doch nur dahin bringen konnte, „eine 3''' hohe Schrift einigermafsen zu lesen; dennoch mufste „die Empfindlichkeit eine ungleich gröfsere sein, als im normalen „Auge bei einem so exzentrischen Netzhautteil, indem w i r unter „unter gleichen Verhältnissen kaum Finger zu erkennen imstande „sind." Im selben Sinne sprechen neuere Beobachtungen von BIELSCHOWSKY.[2] „Von Patienten mit streng unilateralem Schielen", so fafst jener Autor seine Beobachtungen über diesen Gegenstand zusammen (S. 477 f.), „wird häufig angegeben, dafs sie bei Verdecken des führenden Auges die Dinge in der einen Hälfte „des Sehfeldes viel deutlicher sähen als in der anderen. Erstere „entspricht regelmäfsig dem Netzhautabschnitt, welcher während „der Schielstellung die gleichen Eindrücke empfängt wie die „zentrale Region des führenden Auges. ... Ferner ergab sich „bei einigen der mitgeteilten Strabismen — zunächst als ganz „zufälliger Befund — dafs der Bezirk des Schielauges, welcher „seine Erregungen in die Hauptsehrichtung lokalisierte, im Verhältnis zur Gröfse der Exzentrizität eine auffällig hohe Sehschärfe besafs. Die speziellere Prüfung bestätigte die ersten zu-

[1] *Arch. f. Ophth.* **1**, 1, S. 114.

[2] Untersuchungen über das Sehen der Schielenden. *Arch. f. Ophth.* **50**, S. 406 ff.

„fälligen Beobachtungen dahin, daſs die Sehschärfe jener peri-
„pheren Zone jedenfalls erheblich besser als die eines Nicht-
„schielenden war, welcher nicht im peripheren Sehen besondere
„Übung besaſs." B. fügt hinzu, daſs diese Versuche nur an einer in Anbetracht seines groſsen Materiales relativ kleinen Zahl von Patienten durchgeführt wurden, und wünscht für dieselben erneute Nachprüfung.

Es fragt sich nun, worin der Grund für jene Erhöhung der Sehschärfe im Bereiche der sekundären Makula zu suchen ist. Man wird schwerlich eine andere Ursache auffinden können als den Umstand, daſs jener exzentrische Bezirk im Schielauge „in höherem Maſse in Anspruch genommen wird" als beim Nichtschielenden, ein Punkt, auf welchen BIELSCHOWSKY hinweist (S. 478). Als Beleg dafür, daſs die periphere Sehschärfe durch Übung erhöht werden könne, führt B. die von uns im vorigen Kapitel besprochene Untersuchung von DOBROWOLSKY und GAINE an und gibt damit eine Deutung des Befundes, welcher sich auch F. B. HOFMANN in seinem Referat über „Die neueren Untersuchungen über das Sehen der Schielenden" [1] anschlieſst. Wir haben aber bei Besprechung der Arbeit von D. und G. auseinandergesetzt, daſs der Erfolg einer durch längere Zeit fortgesetzten Übung des peripheren Sehens nicht auf einer Steigerung der Leistungsfähigkeit der im Auge befindlichen Aufnahmeapparate beruhen kann, daſs jener Übungserfolg vielmehr auf psychische Faktoren zurückzuführen ist. Da die Untersuchung von D. und G. für die genauere Beurteilung und Erkenntnis des Einflusses, welchen fortgesetzte Übung auf die periphere Sehschärfe ausübt, maſsgebend sein muſs, gleichgültig, ob jene fortgesetzte Übung auf willkürlichem Wege zu Versuchszwecken hervorgerufen wurde, oder ob sie natürlicherweise infolge der Existenz einer „vikariierenden Makula" eintrat, so dürfen wir das Hauptergebnis des vorigen Kapitels unverändert in die uns gegenwärtig beschäftigenden Erörterungen herübernehmen. Wir werden demnach die Erhöhung, welche die Sehschärfe der „vikariierenden Makula", einmal im Vergleich zu anderen gleich exzentrischen Stellen desselben Auges, dann auch im Vergleich zu einer genau übereinstimmend gelegenen Stelle eines normalen Auges zeigt, gleich dem Übungserfolg des peripheren Sehens überhaupt mit Hilfe

[1] Ergebnisse d. Physiol. Jahrg. I, Abt. 2, 1902, S. 838.

des A. F. G. zu erklären haben.[1] Die Sehschärfe der Netzhautperipherie setzt sich nach dem A. F. G. aus zwei Komponenten zusammen. Auch wenn die Aufnahmeapparate der Netzhautperipherie denen der Fovea an funktioneller Leistungsfähigkeit nicht nachstünden, würde die Sehschärfe des indirekten Sehens infolge der Begrenztheit der Fähigkeit des „Überschauens“ diejenige des direkten Sehens nicht erreichen, solange sich nämlich das „Zentrum der Aufmerksamkeit“ an der im direkten Sehen erscheinenden Stelle des Sehraums befindet. Dies ist aber unter normalen Verhältnissen stets der Fall; nur für Augenblicke, sahen wir (S. 105f. und an anderen Stellen), vermag der nicht besonders Eingeübte bei gleichzeitiger Fixation das „Zentrum der Aufmerksamkeit“ an einen einem Punkte der Netzhautperipherie entsprechenden Ort des Sehraumes zu verlegen, wodurch dann die aus der „II. Komponente“ resultierende Benachteiligung des indirekten Sehens für Augenblicke völlig in Wegfall kommt; allein auch wenn sie nur während kurzer Augenblicke eingeschlagen wird, ist diese Verhaltungsweise, wie wir sahen, in hohem Grade anstrengend und ermüdend. Der Schielende wird

[1] Genau genommen ist in dem Beweisgang, welcher zu unserer Deutung der Versuche von D. und G. führte, noch eine Lücke, auf welche wir auch seinerzeit hinwiesen (S. 276). Allerdings glaubten wir nicht daran zweifeln zu dürfen, dafs wir uns, wenn die Wahl nur zwischen Hypothese „b“ und Hypothese „c“ wäre, für die letztere zu entscheiden hätten. Hingegen konnten wir Hypothese „a“, oder genauer, die Ansicht, wonach den von dieser Hypothese betonten Verhältnissen die Verantwortung für die Resultate von D. und G. ausschliefslich zuzuschreiben ist, — denn mitwirken werden jene Verhältnisse wohl zweifellos — bisher nicht in zwingender Weise widerlegen. Ein solcher zwingender Gegenbeweis ist nun aber in der Tatsache enthalten, dafs die Pseudomakula Schielender infolge von Übung eine Steigerung ihrer Sehschärfe erfahren kann. Der bei den Versuchen von D. und G. mögliche Einwand, dafs die Zahl der zur Übung benutzten Testobjekte eine beschränkte ist, dafs dieselben Zeichen immer wiederkehren, dafs die Vp. nach und nach auf gewisse Merkmale achten lernt, weil sie weifs, dafs diese Merkmale nur bei einem ganz bestimmten Zeichen vorhanden sind, trifft natürlich hier nicht zu. Ist die Sehschärfe an der Pseudomakula erhöht, so erscheint daselbst jeder beliebige Gegenstand deutlicher, ohne dafs gerade dieser Gegenstand dem Patienten durch immer erneute Wiederkehr besonders vertraut geworden wäre. Die „Übung“ erfolgte ja hier nicht an einem eng begrenzten Kreis von Objekten, sondern an den zahllosen, ständig wechselnden Bildern, welche die Umwelt ins Auge gelangen läfst.

sich nun den veränderten Bedingungen seines Sehens dadurch allmählich anpassen, dafs er, was die vom Schielauge gelieferten Bilder betrifft, das „Zentrum der Aufmerksamkeit" nicht in dessen Fovea, sondern in seine „vikariierende Makula" verlegt, welche ja beim zweiäugigen Sehen dieselben Bilder erhält, wie die Makula des „führenden Auges", und in vielen Fällen sogar Sehrichtungsgleichheit mit der letzteren erlangt. Im Schielauge werden so die Fovea und der betreffende Punkt der Peripherie — die „vikariierende Makula" — ihre Rollen hinsichtlich der „II. Komponente" dauernd und ein für allemal tauschen. Die Sehschärfe der „vikariierenden Makula" wird über die Norm erhöht erscheinen, sowohl im Vergleich mit anderen Stellen von gleicher Exzentrizität innerhalb desselben Auges, wie auch unter Umständen im Vergleich mit einer genau übereinstimmend gelegenen Stelle in einem normalen Auge; die Sehschärfe der anatomischen Makula wird unter dem Einflufs der „II. Komponente" herabgesetzt sein. Für die uns hier zunächst beschäftigende Frage kommt es nur auf den ersteren dieser beiden Einflüsse an. Der Besprechung des an zweiter Stelle genannten Einflusses werden wir uns alsbald zuwenden (S. 283).

Wenn wir eine Anpassung des Schielauges an die veränderten Bedingungen seines Sehens annehmen, so bedienen wir uns damit nicht etwa einer durch die Empirie nicht gerechtfertigten, ausschliefslich teleologischen Argumentation, sondern wir befinden uns hier durchaus in Fühlung mit den Tatsachen. Eine Anpassung des Schielauges findet sogar insoweit statt, dafs sich selbst eine neue Korrespondenz beider Augen herausbilden kann, und dafs somit sogar die Raumwerte des Schielauges eine Änderung erfahren können (vgl. hinsichtlich dieser allgemeinen Frage der Anpassung des Auges: Tschermak, Über physiologische und pathologische Anpassung des Auges. Vortrag. Leipzig 1900). Wir sind jedoch in der Lage, die zunächst als selbstverständlich hingenommene, aber einer Bestätigung bedürftige Voraussetzung, welche unseren bisherigen Ausführungen zugrunde lag, einer spezielleren Nachprüfung zu unterziehen, wozu wir uns jetzt wenden wollen.

Wir nahmen an, dafs die Eigenschaft einer normalen Makula, „Zentrum der Aufmerksamkeit" zu sein, auf die „vikariierende Makula" eines Schielauges überzugehen vermag. Die oben versuchte Deutung der hinsichtlich der Sehschärfe gewonnenen Resultate würde an Sicherheit gewinnen, wenn sich aufser den die Sehschärfe betreffenden auch noch andere Tatsachen anführen liefsen, welche die Möglichkeit einer solchen Verlagerung des

„Zentrums der Aufmerksamkeit" dartun. Eine solche Tatsache ist nun wirklich bekannt.

Diejenige Stelle der Netzhaut, welche das natürliche und beim Normalen während des gröfsten Teiles des wachen Lebens wohl auch das wirkliche „Zentrum der Aufmerksamkeit" darstellt, — man gestatte diese unkorrekte, aber durchsichtige Abkürzung — die anatomische Makula, besitzt die Eigentümlichkeit, sich stets so einzustellen, dafs sie von einem sich vorher auf der Peripherie der Netzhaut abbildenden Lichtreiz, der die Aufmerksamkeit erregte, getroffen wird. Vermag nun bei Strabismus die „vikariierende Makula" an Stelle der anatomischen zum natürlichen „Zentrum der Aufmerksamkeit" zu werden, so ist zu erwarten, dafs der motorische Apparat in solchen Fällen jenem exzentrischen Bezirk in analoger Weise gehorchen werde, wie sonst der Fovea. Die früher umstrittene Frage, ob dieses als möglich angedeutete Verhalten tatsächlich eintritt, ist nun in bejahendem Sinne entschieden. Wohl ist die Tatsache schon seit langem bekannt, dafs eine Reihe von Schielenden einem bei Verdeckung des „führenden Auges" zu fixierenden Gegenstand einen etwa um den Betrag des Schielwinkels exzentrisch liegenden Netzhautbezirk gegenüberstellt. Wie aber Tschermak[1] und namentlich M. Sachs[2] hervorhoben, enthält diese Tatsache noch keine Nötigung zu der Annahme, dafs der motorische Apparat jenem exzentrischen Bezirk in analoger Weise gehorche wie sonst der Fovea. Die Meinung von M. Sachs ging vielmehr dahin, dafs in den genannten Fällen diejenige Innervation erfolge, welche die Fovea des verdeckten Auges zur Einstellung bringt, und dafs somit die Einstellung jenes exzentrischen Bezirkes nur als ein mechanischer Nebenerfolg der lediglich auf das verdeckte Auge gerichteten Innervation eintrete. Sachs bestritt die Möglichkeit, dafs eine exzentrische Netzhautstelle denselben Einflufs auf den motorischen Apparat gewinnen könne wie die Fovea. Dafs dieser Fall trotzdem eintreten kann, ist durch neuere Beobachtungen sichergestellt. Unilaterale Strabismen, welche die Fähigkeit, mit der Fovea des Schielauges zu fixieren, verloren haben, bringen nämlich auch nach Korrektur

---

[1] Über anomale Sehrichtungsgemeinschaft der Netzhäute bei einem Schielenden. *Arch. f. Ophth.* **47**, S. 531.

[2] Über das Alternieren der Schielenden. *Arch. f. Ophth.* **48**, S. 451.

der Schielstellung durch Operation bei Verdecken des normalen Auges das andere vielfach in eine Lage zu dem vorgehaltenen Objekte, welche der früheren Schielstellung bei Fixation mit dem normalen Auge mehr oder weniger gleichkommt. Dabei steht das letztere nun hinter der Deckung in entsprechend veränderter Ablenkung (bei ehemaligem Strabismus conv. nach aufsen). Es besteht also, während der Patient mit dem Schielauge nach dem vorgehaltenen Objekte zu blicken vermeint, eine ganz andere motorische Innervation als in der einstigen Schielperiode. [1]

b) Dafs sich die Sehschärfe der Fovea des Schielauges in der Mehrzahl der Fälle herabgesetzt erweist, ist eine bekannte Tatsache. Es ist das wegen seiner praktischen und theoretischen Wichtigkeit vielfach erörterte Problem der Schielaugenamblyopie, welchem wir uns nun zuzuwenden haben. Denn wenn auch der Name des Symptoms auf die Fovea nicht besonders Bezug nimmt, vielmehr nur ganz im allgemeinen einen bestehenden Mangel an Sehschärfe auszudrücken scheint, so ist doch mit jenem Worte stets die Herabsetzung der Sehschärfe der Fovea gemeint. Dieser Sprachgebrauch ist auch durchaus berechtigt, da ja eine Herabsetzung der Sehschärfe der Fovea stets als eine Herabsetzung der Sehschärfe schlechthin in Erscheinung treten mufs; denn wenn auch in gewissen Fällen die Sehschärfe einer exzentrischen Stelle der Netzhaut über die Norm gesteigert sein kann, so wird sie doch hinter der der Fovea normalerweise zukommenden Sehschärfe wohl in allen Fällen zurückbleiben, und daher wird die absolute Leistungshöhe des normalen Sehorgans von solchen Augen nie erreicht.

Die früher — hauptsächlich von Schweigger — vertretene Ansicht, dafs es sich bei der Schielaugenamblyopie ausschliefslich um eine kongenitale, in irreparabeln anatomischen Verhältnissen begründete Veränderung handele, scheint gegenwärtig so gut wie allgemein verlassen zu sein. Über den Eintritt einer Besserung des Schielauges nach erfolgreicher Ausführung der korrigierenden Operation berichten Romié [2], Burchardt [3], Risley [4],

[1] Bielschowsky l. c. S. 471.

[2] Annal. de la Soc. méd. chirurg. de Liège 1880.

[3] Charité-Annalen 17, 1892.

[4] Ophthal. Review. 1893. S. 315.

Bourgeois[1], Lewuillon[2] (u. a.; weitere Angaben bei Straub[3]) Auch Bielschowsky (l. c. S. 488) machte die Erfahrung: „Besonders Erwachsene, die einigermafsen zu beobachten vermögen, „pflegen nach Korrektur der Schielstellung anzugeben, dafs sie „mit dem Schielauge jetzt besser sähen als zuvor, eine Angabe, „die auch in der Regel durch genaue Funktionsprüfung zu bestätigen ist.“ Der Verlust des „führenden“ Auges hatte eine Besserung der Sehschärfe des Schielauges zur Folge in Fällen von Johnson[4], Risley[5], Panas[6]. Javal[7] berichtet über methodische und während langer Zeit fortgesetzte Leseübungen, unter Abbindung des „führenden“ Auges, durch welche die Amblyopie erheblich gebessert wurde oder sogar schwand. Hierbei fixierte zuweilen das Schielauge anfangs unsicher, im Fortgang der Übungen immer sicherer. In einer Arbeit von M. Sachs[8] wird über Beobachtungen von Fuchs berichtet, wonach der letztere oft Gelegenheit hatte, bei Kindern von der Zeit an, wo sie zu schielen begannen, eine fortschreitende Amblyopie zu konstatieren. Schnabel[9] begründet seine Anschauung, dafs das Zurückbleiben der Sehschärfe des Schielauges gegenüber derjenigen des führenden Auges keine angeborene Anomalie darstelle, damit, dafs das gewöhnliche (Einwärts-) Schielen nach seiner Statistik nur äufserst selten vor dem dritten Lebensjahre erworben werde. Diejenigen nun, welche die Amblyopie für angeboren halten und das Schielen erst für die Folge der Amblyopie erklären, weisen ja auf die bekannte Erfahrung hin, dafs Menschen zu schielen anfangen, sobald eines ihrer Augen, durch welche Krankheit immer, zu erblinden beginnt. Da nun in diesen Fällen, so argumentiert Schnabel, das Schielen der erworbenen Erblindung auf dem Fufse folgt, so wäre zu erwarten, dafs das gewöhnliche Schielen, falls es wirklich aus „angeborener Amblyopie“ seinen Ursprung nähme, in der Regel nicht erst auf relativ höherer Altersstufe zur Entwicklung gelange.

[1] Recueil d'Ophthalm. 1893, S. 211.
[2] Ann. d'Oculist 1893, Bd. 109, S. 26.
[3] *Arch f. Augenheilk.* **33**, 1896, S. 167.
[4] Ophthalm. Review. 1893. S. 256.
[5] l. c.
[6] Traité d'Ophthalm. T. I, S. 758.
[7] Annal. d'Oculist. 1888. S. 217.
[8] *Wien. Klin. Wochenschr.* 1899. Nr. 25.
[9] *Wien. Klin. Wochenschr.* 1899. Nr. 22.

Man sah sich daher genötigt, die Erklärung der Schielaugenamblyopie als einer ausschliefslich oder vorwiegend angeborenen Anomalie durch eine andere Deutung zu ersetzen. Seitdem Tschermak (*Arch. f. Ophth.* **47**, S. 508) die Vermutung geäufsert hat, dafs die „innere Hemmung" des Schielaugenbildes möglicherweise für die Sehschwäche des Schielauges verantwortlich sei, neigt man — dies gilt z. B. von Bielschowsky — dieser Deutung zu. Jene „innere Hemmung" äufsert sich in der „merkwürdigen „Tatsache, dafs die Eindrücke eines Auges, welches, für sich „allein geprüft, leidliche oder gar volle Sehschärfe besitzt, nur „unter komplizierten Versuchsbedingungen über die Schwelle des „Bewufstseins gebracht werden können, sobald dieses Auge nach „Übernahme der Fixation durch das andere Auge in Schiel„stellung geht." Die Natur dieses Vorganges der inneren Hemmung ist noch wenig aufgeklärt. „Nur soviel steht wohl „fest, dafs das Fehlen der Aufmerksamkeit hierbei eine Rolle „spielt. In vielen Fällen gelingt es nämlich, durch Übung im „Verteilen der Aufmerksamkeit die Hemmung zu verringern, die „Schielaugenbilder also mit gröfserem Gewicht über die Schwelle „treten zu lassen, ein Erfolg, der an die durch Übung zu er„zielende Steigerung der exzentrischen Sehschärfe beim unokularen „Sehen erinnert" (Bielschowsky l. c. S. 474). Man hätte nun anzunehmen, dafs jene „innere Hemmung" und der damit verbundene Mangel an Übung schliefslich zu einer dauernden Herabsetzung der Sehschärfe führt; d. h. dafs sich die Sehschärfe infolge der dauernden inneren Hemmung schliefslich auch dann herabgesetzt zeige, wenn das Schielauge allein geprüft wird, wenn also die Ursache, welche für die innere Hemmung verantwortlich gemacht werden mufs, ausgeschaltet ist. Hinsichtlich der Annahme, dafs die „innere Hemmung" auch nach Beseitigung ihrer Ursache noch nachzuwirken vermag, könnte man sich vielleicht auf die folgende Beobachtung berufen. „Bei plötz„lichem Verdecken des führenden Auges wird dem Patienten „alles undeutlich, und erst in dem Augenblicke, in welchem die „Fixationsabsicht auf das Schielauge übergeht, verschwindet die „Hemmung: das Auge besitzt wieder seine volle Leistungsfähig„keit" (Bielschowsky l. c.).

Wir wollen im folgenden die an die Tatsache der „inneren Hemmung" anknüpfende Erklärung der Schielaugenamblyopie

als „Hypothese A“, die auf dem A. F. G. fufsende Deutung als „Hypothese B“ bezeichnen.

Nehmen wir an, die Netzhautbilder des betreffenden Schielauges seien durchweg entwertet, die Amblyopie beruhe also darauf, dafs die Netzhaut infolge von allgemeiner Hemmung und Mangels an Übung in allen Partien funktionell unterwertig geworden sei, so müfste sich auch die Sehschärfe des Schielauges an allen Netzhautstellen herabgesetzt zeigen. In schroffem und unausgleichbarem Widerspruch hierzu steht die Tatsache, dafs die mit der Fovea des führenden Auges sehrichtungsgleiche Stelle vielfach eine über die Norm gesteigerte Sehschärfe zeigt. Denn die Annahme einer abnorm hohen Übung jener Stelle darf man nicht machen, so lange man voraussetzt, dafs die ganze Netzhaut des Schielauges der „inneren Hemmung“ und demzufolge, wie man annimmt, einem gegenüber den Verhältnissen des normalen Sehens exzessiven Übungsmangel unterliegt.

So käme also die „Hypothese A“ nur dann in Betracht, wenn man annehmen dürfte, dafs nicht alle Bezirke der Netzhaut des Schielauges gleich stark „gehemmt“ seien, sondern dafs die „Hemmung“ an verschiedenen Stellen einen verschiedenen Betrag besitze oder überhaupt nur gewisse Regionen der Netzhaut beträfe. In der Tat ist der Begriff der „regionären Exklusion“ den Ophthalmologen seit A. v. Gräfe geläufig. Man hätte nun, falls an die Durchführbarkeit der „Hypothese A“ überhaupt zu denken sein sollte, nach Vorstehendem anzunehmen, dafs die Hemmung an der Stelle der Pseudomakula in der Mehrzahl der Fälle entweder ganz fehle, oder wenigstens, verglichen mit der Stelle der anatomischen Makula und anderen Punkten der Peripherie, einen besonders geringen Betrag besitze. Das Gegenteil ist der Fall. Der mit der Makula des führenden Auges sehrichtungsgleiche Bezirk pflegt von der inneren Hemmung besonders stark betroffen zu sein. „Der von den Eindrücken „desselben gelieferte Anteil am Sammelbilde ist häufig mit den „üblichen Methoden überhaupt nicht nachweisbar. Daran trägt „die mangelhafte Leistungsfähigkeit der exzentrischen Stellen „keineswegs allein die Schuld, was daraus hervorgeht, dafs die „Verschiebung des Bildes auf noch weiter peripher gelegene „Stellen oft ein sofortiges Hervortreten desselben in entsprechend „geänderter Richtung bewirkt“ (Bielschowsky l. c. S. 475).

In dem von SCHLODTMANN[1] besonders genau untersuchten Fall (Fall KRAUSE) „zeigten sich zwei Stellen in der Netzhaut „des schielenden Auges durch innere Hemmung ausgezeichnet. „Einmal die Fovea nebst ihrer Umgebung, und ferner die mit „der fixierenden Fovea sehrichtungsgleiche Stelle nebst ihrer „Umgebung. Und zwar ist sie an den beiden bezeichneten „Stellen selbst am stärksten und klingt peripheriewärts allmählich „ab, so daſs rechts in einer Entfernung von ca. 10°, links in „einer solchen von 8° nach unten von der Fovea nichts oder „kaum mehr etwas von innerer Hemmung nachweisbar ist" (vgl. auch die Tabelle l. c. S. 267).

Über Beobachtungen, welche gleichfalls dartun, daſs die „innere Hemmung" im Bereich der Pseudomakula einen besonders hohen Grad besitzt, berichtet auch M. SACHS.[2]

In besonders instruktiver Weise aber zeigt sich das Verhalten der „inneren Hemmung", die genannte Netzhautstelle in besonders hohem Grade zu ergreifen, in Beobachtungen von TSCHERMAK (l. c. S. 510ff.). TSCH. gehört zu den alternierend Schielenden, d. h. er ist imstande, willkürlich mit dem einen oder dem anderen Auge zu fixieren, während das zweite Auge jedesmal in Schielstellung geht. „Auch bei Verdecken des einen „Auges, mit welchem ich bisher fixierte", so berichtet jener Beobachter, „kann ich die Absicht, mit demselben weiter zu „„fixieren", beibehalten. Dabei schielt sozusagen das andere, „allein offene Auge weiter, d. h. seine Gesichtslinie ist nicht auf „jene Stelle gerichtet, welche ich mit dem geschlossenen Auge „zu fixieren glaube. Dann treten wohl die bisher unterdrückten „Eindrücke des „schielenden" Auges ins Bewuſstsein, jedoch mit „Ausnahme jener Stelle, welche ich mit dem geschlossenen Auge „jeweilig zu fixieren v e r m e i n e. An dieser nehme ich einen „relativ dunklen Fleck wahr: Es tritt also daselbst eine Partie, „und zwar anscheinend die zentrale, aus dem im übrigen nun„mehr unterdrückten dunklen Sehfelde des verdeckten Auges, „auf welches dauernd die Fixationsabsicht gerichtet ist, über die „Schwelle des Bewuſstseins." Bringt TSCH. vor beide Augen ungleiche farbige Gläser, z. B. ein gelblich-rotes vor das eben

---

[1] Studien über anomale Sehrichtungsgemeinschaft bei Schielenden. *Arch. f. Ophth.* **51**, S. 266.

[2] Über das Sehen der Schielenden. *Arch. f. Ophth.* 43, S. 605.

fixierende und ein blaues vor das eben schielende, so erscheint an der Stelle des Fixationspunktes „eine Insel", welche annähernd die Farbe des dem gerade führenden Auge vorgehaltenen Glases besitzt, und deren Umgebung die Erscheinung des Wettstreites darbietet (l. c. S. 526ff.).

Aus allen diesen Beobachtungen folgt, dafs die Sehschärfe im Gebiete der Pseudomakula, weit entfernt, eine Steigerung über die Norm zu erfahren, vielmehr eine ganz besonders starke Beeinträchtigung durch das Schielen erleiden müfste, wenn die Erklärung der Amblyopie durch den Hinweis auf die Erscheinung der „inneren Hemmung" gerechtfertigt wäre.

Wenn Schlodtmann (l. c.) in dem einen von ihm hinsichtlich der Sehschärfe genauer untersuchten Falle (Fall Krause) an der mit der fixierenden Fovea sehrichtungsgleichen Netzhautstelle des Schielauges eine Erhöhung der Sehschärfe nicht konstatieren konnte, so ist das natürlich kein Gegenbeweis gegenüber den Beobachtungen A. v. Gräfes und Bielschowskys, sowie gegenüber unseren Ausführungen; namentlich auch darum nicht, weil bei dem Patienten — beiläufig bemerkt, trotz starker innerer Hemmung — die Erscheinung der Amblyopie entweder fehlt oder nur schwach ausgeprägt ist. Es ergab sich nämlich bei Zugrundelegung der von Fuchs[1] modifizierten Jägerschen Schriftproben bei Prüfung unter Verlegung der Fixationsabsicht auf das geprüfte Auge — auch bei Krause ist das Schielen alternierend — für jede Fovea S = Nr. 1. Die Bedingungen für eine Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums sind also in diesem offenbar recht komplizierten Falle wohl nicht günstig gewesen.

Dasselbe gilt wohl vom Falle Tschermak. Auch hier fehlt die Erhöhung der Sehschärfe an der mit der jeweils fixierenden Fovea sehrichtungsgleichen Stelle, aber gleichzeitig auch die Amblyopie.

c) Eine besonders instruktive Bestätigung erhalten unsere bisherigen Ausführungen durch die Betrachtung eines sehr eigentümlichen, von Bielschowsky[2] beschriebenen Falles (Fall Sturm). Sollte die Ausführlichkeit, mit der wir auf diesen Fall eingehen, an gegenwärtiger Stelle vielleicht nicht hinreichend gerechtfertigt erscheinen, so ist zu bemerken, dafs dieser Fall an späterer

---

[1] Leseproben für die Nähe. Jägers Schriftskalen, modifiziert von Prof. E. Fuchs, Wien, 1895. S = Nr. 1 bedeutet: normale Sehschärfe.

[2] Über die monokuläre Diplopie ohne physikalische Grundlage nebst Bemerkungen über das Sehen Schielender. *Arch. f. Ophth.* **46**, S. 143. (Im folgenden zit.: „Monokuläre Diplopie".) — Es ist dies, wie Tschermak (l. c. S. 531) bemerkt, etwa der 12. derartige Fall, aber der erste, welcher eingehender untersucht wurde.

Stelle (S. 306ff.) im Zusammenhange unserer Betrachtungen noch eine besondere, über den Wert einer ausnehmend instruktiven Bestätigung des Bisherigen hinausgehende Bedeutung besitzen wird, und dafs jene etwas gröfsere Ausführlichkeit hauptsächlich im Interesse der Vermeidung von Wiederholungen an späterer Stelle eingehalten wurde.

Der Patient, ein intelligenter und alle während der ausgedehnten Untersuchung an ihn gestellten Anforderungen mit Eifer und Interesse vollziehender Mensch, sucht wegen perforierender Verletzung des rechten Auges die Klinik auf. Wegen heftiger Iridocyclitis wird nach wenigen Tagen die Enukleation des rechten Auges erforderlich. Bezüglich des linken Auges war anamnestisch zu ermitteln, dafs es von jeher schwachsichtig gewesen sei und etwas nach einwärts geschielt habe. 5 Jahre früher war in der Klinik von Schweigger Amblyopia congen. oc. sin. (Sehschärfe $^1/_{15}$) festgestellt worden. — Wenige Tage nach der Entlassung kommt der nunmehr einäugige Patient mit der Meldung zur Klinik, dafs er alles doppelt sähe. Fixiert er einen Gegenstand, so sieht er ein zweites Bild desselben links und etwas tiefer, das ihm matter in der Farbe erscheint und daher von ihm spontan als „Trugbild“ bezeichnet wird. Anfangs wurde den Angaben des Patienten Mifstrauen entgegengebracht, da sich keinerlei Anhaltspunkte für eine physikalische Grundlage des Doppeltsehens ergaben. Da jedoch der Patient seine Aussagen immer von neuem und mit völliger Bestimmtheit wiederholte, schritt man zu einer eingehenden Untersuchung des Falles. Der Patient wurde auch Hering vorgestellt, welcher sich bereit fand, in seinem Institut eine gröfsere Reihe von Versuchen mit demselben anzustellen (Bericht darüber l. c. S. 147ff.). Diese eingehende Untersuchung bestätigte die Angabe des Patienten in der Tat dahin, dafs bei ihm wirklich monokuläres Doppeltsehen ohne physikalische Grundlage vorlag. Zum „Pseudozentrum“ war in diesem Falle eine ca. 1,4 mm nach innen und oben von der linken Makula gelegene Stelle geworden. Sie empfing, solange das rechte Auge intakt war, die gleichen Bilder, wie die rechte Makula, und verlegte dieselben in die auch der letzteren Netzhautstelle zugehörige Sehrichtung. Bei jedem Fixationsimpuls stellte sich das Pseudozentrum auf das betreffende Objekt ein und wurde somit zum Ausgangspunkt der Orientierung. Zur Erklärung des Doppeltsehens sieht sich Bielschowsky veranlafst, folgende beiden Annahmen zu machen (l. c. S. 181ff.):

1. Wenn nichtkorrespondierende Netzhautstellen lange Zeit hindurch in immer gleicher Weise zusammenwirken müssen, so k a n n die Netzhaut des von der normalen Richtung abweichenden Auges zu ihren angeborenen Raumwerten neue erwerben, welche die ersteren zwar zeitweilig in den Hintergrund drängen, jedoch niemals ganz beseitigen können.

2. Jede Zerstörung einer Pseudokorrespondenz läfst alsbald die angeborenen Funktionen entweder ausschliefslich in ihre Rechte wiedereintreten oder ruft einen eigentümlichen Kampf der alten und neuen Raumwerte hervor, der früher oder später wohl stets zugunsten der ersteren entschieden wird. Dieser Kampf äufsert sich in verschiedenartiger, rasch

wechselnder Lokalisation seitens des schielenden Auges oder — in reinster Form — in monokulärer Diplopie.

Der nähere Untersuchungsbefund dieses besonders sorgfältig untersuchten Falles bestätigt durchaus die Ansicht, zu welcher wir sowohl hinsichtlich der indirekten wie auch der direkten Sehschärfe durch die Analyse der weniger ungewöhnlichen Schielfälle gelangten.

Beim zwanglosen Sehen stellt der Patient einem zu fixierenden Gegenstand stets das Pseudozentrum gegenüber. Er erhält so ein Bild, welches „besser", „d. h. gesättigter in der Farbe ist" im Vergleich zum Falle der Einstellung der Makula, und es „fällt ihm stärker ins Auge". Bei Fixation mit dem Pseudozentrum glaubt er aus diesen beiden wohl eng miteinander zusammenhängenden, vielleicht sogar identischen Gründen den „wirklichen" Gegenstand zu fixieren, während er bei Einstellung der Makula am „wirklichen" Gegenstand vorbeizusehen und das „Trugbild" anzublicken vermeint.[1] Man hat wohl anzunehmen, dafs die Aufmerksamkeit des Patienten zur Zeit der Untersuchung — und natürlich erst recht in der voraufgegangenen Epoche des zweiäugigen Sehens — den von der Pseudomakula gelieferten Eindrücken mit höherer Intensität zugewandt war als den durch die anatomische Makula gelieferten, dafs sich das „Zentrum der Aufmerksamkeit" von seinem „natürlichen Orte" — sit venia verbo — der anatomischen Makula, nach der Pseudomakula verlagert hat. Man wird demnach auf Grund des A. F. G. erwarten, dafs sich die Sehschärfe der Fovea unmittelbar nach der Enukleation des „führenden Auges" als herabgesetzt erweise, und dafs in der darauffolgenden Zeit wegen der Beseitigung der Ursache für die Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums und wegen der Rückkehr desselben an seinen natürlichen Ort[2] eine fortschreitende Besserung der fovealen Sehschärfe, Hand in Hand mit einer Verschlechterung der „Güte" des pseudomakularen Bildes, eintreten werde. — Diese Vermutung bestätigt sich in vollem Umfange.

---

[1] Dafs diese Schilderung der Bedingungen für das Auftreten von „Trugbild" und „natürlichem Bild" zutrifft, werden wir alsbald sehen.

[2] Dafs das „natürliche Aufmerksamkeitszentrum" mit der Zeit an seinen gewöhnlichen Ort, die anatomische Makula, zurückkehrt, kann man wohl daraus entnehmen, dafs der Patient mit fortschreitender Zeit immer häufiger die anatomische Makula einstellt.

Im Jahre 1896 beträgt die Sehschärfe des Patienten $^1/_{15}$. Derselbe Wert hatte sich, wie auf Grund der Krankenlisten festgestellt wurde, im Jahre 1891 bei der Untersuchung in der SCHWEIGGERschen Klinik ergeben. In dem langen, zwischen beiden Untersuchungen liegenden Zeitraum ist die Sehschärfe demnach unverändert geblieben. Sowie nun aber das rechte Auge enukleiert und damit der Grund für die Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums beseitigt ist, erfährt die Sehschärfe des Patienten, um BIELSCHOWSKYS eigene Worte zu gebrauchen, „eine ganz erstaunliche Steigerung“, besonders in Rücksicht darauf, „dafs man eigentlich bei kongenital amblyopischen Augen kaum „auf eine derartige Hebungsfähigkeit der Sehschärfe zu rechnen „pflegt.“ Schon im Januar 1897 (drei Monate nach der Operation) ist die Sehschärfe auf fast $^1/_6$ gestiegen.[1] Der Patient gibt spontan an, dafs das „Trugbild“ mit der Zeit viel deutlicher geworden sei, „indem z. B. ein feiner Bleistiftstrich, der früher nur „im „natürlichen“ Bild gesehen wurde, jetzt besser im „Trugbild“ „sichtbar sei“. Bezüglich des „natürlichen“ Bildes stellte sich bei einer im Juli des gleichen Jahres mit dem Patienten vorgenommenen Untersuchung heraus, dafs dasselbe so verschwommen war, dafs seine genaue Ortsbestimmung dem Patienten nicht leicht wurde, und dafs sich aus diesem Grunde „ein beständiges „Berühren, bzw. Umkreisen des Objektes mit einem spitzen „Gegenstande, also eine fortwährende Auffrischung des Eindruckes“, als notwendig erwies. Im Mai 1898 hat die Sehschärfe eine weitere Steigerung erfahren; sie beträgt jetzt $^1/_3$. Gleichzeitig ist das „natürliche“ Bild nunmehr so undeutlich geworden, dafs von vornherein nur auf das „Trugbild“ geachtet wird. Bei der letzten Untersuchung endlich (Juni 1899) konstatierte B. eine Sehschärfe von $^2/_5$—$^1/_2$.

Es könnte befremdlich erscheinen, dafs der Fortschritt der Sehschärfe infolge der Übung nach so langer Zeit noch nicht zum Stillstand gekommen

[1] B. verwahrt sich (l. c. S. 157) ausdrücklich gegen die Unterstellung, dafs etwa zuvor nur die exzentrische Sehschärfe bestimmt worden wäre, und dafs darin die Erklärung für die grofse Differenz mit dem jetzt gefundenen (zentralen) Visus zu suchen sei. Der Patient konnte ja seit Verlust des normalen Auges willkürlich immer auch die Fovea des ihm verbliebenen Auges einstellen, und es fiel ihm selbst der Unterschied in der Deutlichkeit der Bilder auf, je nachdem sie exzentrisch oder zentral aufgenommen wurden.

ist, während der Erfolg der Übung des peripheren Sehens eines Normalen bei Dobrowolsky und Gaine schon nach 6 Wochen einen kaum mehr zu überbietenden Maximalbetrag erreichte. Der Widerspruch verschwindet, wenn man sich gegenwärtig hält, dafs die Zurückversetzung des „natürlichen Aufmerksamkeitszentrums“ [1] an seinen gewöhnlichen Ort, die der Makula entsprechende Stelle des Sehraumes, bei dem Patienten lange Zeit in Anspruch nimmt. Blickt er doch selbst noch bei der letzten Untersuchung zuerst immer das „natürliche“ Bild an, wenn er auch, aufgefordert, sich ein möglichst scharfes Bild zu verschaffen, hinterher durch einen besonderen darauf gerichteten Willensakt das „Trugbild“ „fixiert“.

Wir haben, lediglich um die Klarheit der Darstellung zu erhöhen, einstweilen eine sogleich zu nennende Annahme von Bielschowsky gelten lassen, deren Recht in dem Bisherigen noch nicht erwiesen ist.

Dafs der Patient einem Objekt die Pseudomakula bzw. die anatomische Makula gegenüberstellt, je nachdem er aufgefordert wird, das „natürliche“ Bild oder das „Trugbild“ anzublicken, daran ist allerdings schon nach dem bisher Mitgeteilten nicht zu zweifeln. Dagegen liefs sich noch nichts Sicheres darüber ausmachen, ob die beiden Bilder gleich oder verschieden aussehen, wenn der Patient die Stellung seines Auges unverändert läfst.

Hält man sich an die unmittelbaren Aussagen des Patienten, so hat es zunächst den Anschein, dafs für das Auftreten jenes charakteristischen Unterschiedes der beiden Bilder die Ausführung zweier verschiedener Einstellungen des Auges gar nicht erforderlich sei. Die Begriffsbestimmung des „Trugbildes“ und des „natürlichen“ Bildes, von welcher wir ausgingen, — wonach der Patient ein „Trugbild“ oder ein „natürliches Bild“ erhält, je nachdem er die anatomische Makula oder die Pseudomakula einstellt — rührt nämlich gar nicht von dem Patienten selbst her, sondern wird von B. aus den Aussagen und den Verhaltungsweisen des Patienten abgeleitet. Der Patient sieht immer zwei Bilder, und er bezeichnet das rechts gelegene als „natürliches“ Bild, das links befindliche als „Trugbild“. B. gelangt (l. c. S. 166) auf Grund dieses unmittelbaren Befundes zu seiner Deutung derselben durch folgende Überlegungen: „Dafs Patient bei unver- „änderter Fixation die beiden Bilder verschieden deutlich sieht, ist nicht „gut anzunehmen, da ja das Resultat der einfachen Netzhauterregung „jedesmal für die Beschaffenheit beider Bilder bestimmend ist. Es müssen „ihm bei Fixation des rechten Bildes beide verschwommen, bei Fixation „des linken beide scharf erscheinen; er beschreibt aber, gestützt auf die „vielen Beobachtungen dieser, von einer Änderung der Blickrichtung ab-

---

[1] Auch beim Normalen kann für Momente eine Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums nach einem Punkte der Peripherie erfolgen. Bei ungezwungenem Verhalten befindet sich aber das Zentrum der Aufmerksamkeit stets an der der Makula entsprechenden Stelle des Sehraumes. Statt des schleppenden Ausdrucks „Ort, welchen das Aufmerksamkeitszentrum bei ungezwungenem Verhalten einnimmt“, bediene ich mich der Abkürzung „natürliches Aufmerksamkeitszentrum“.

„hängigen Tatsache, auch bei gleichbleibender Fixation das rechte Bild so, „wie er beide sieht, wenn er das rechte, und das linke Bild so, wie er beide sieht, wenn er das linke fixiert.“

Für unbedingt zwingend halte ich diesen auf die „einfache Netzhauterregung“ Bezug nehmenden Beweis nicht; man kann jedoch auf folgenden Punkt hinweisen. Jeder Normale blickt einen Gegenstand an, wenn er aufgefordert wird, denselben zu beschreiben; niemand begnügt sich in solchen Fällen damit, den betreffenden Gegenstand nur im indirekten Sehen zu betrachten. Auch der Patient wird wahrscheinlich das „natürliche“ Bild z. B. immer so schildern, wie es sich ihm darstellt, wenn er es anzublicken meint; er wird sich aber vermutlich, ebensowenig wie wir uns im gewöhnlichen Leben für die Analyse der durch die Netzhautperipherie vermittelten Wahrnehmungen interessieren, darum kümmern, wie dasselbe aussieht, wenn er seiner Meinung nach daran vorbeiblickt. Erwartet jemand, daſs der Patient für den Fall, daſs ihm bei unveränderter Augenstellung beide Bilder tatsächlich gleich erscheinen würden, uns hiervon Mitteilung machen und das rechte Bild nicht immer als anders beschaffen, wie das linke, beschreiben würde, so könnte man auf diesen Einwand mit einigem Recht antworten, man könne ebensogut erwarten, daſs irgend ein Laie, der von den Eigentümlichkeiten der Empfindungen des peripheren Sehens keine Kenntnis besitzt, vor zwei in gewissem Abstand nebeneinander angebrachte grüne Farbenflecke gestellt und zu deren Beschreibung aufgefordert, sagen würde, es sei immer einer grün und einer blau.

Hierzu kommt noch, daſs dem Patienten die Augenbewegungen, mittels deren er von der Betrachtung des „natürlichen“ Bildes zu derjenigen des „Trugbildes“ übergeht, möglicherweise gar nicht zu Bewuſstsein kommen, und daſs er schon darum die Wahrnehmungen im Falle nur einer Einstellung des Auges neben den Wahrnehmungen, welche er bei zweifacher Augenstellung, also bei Zwischenschaltung einer Augenbewegung erhält, in seiner Schilderung auch dann nicht ausdrücklich hervorheben würde, wenn sich in jenen beiden Fällen — einfache Einstellung einerseits, zweifache andererseits — ein Unterschied des Sinnes herausstellte, daſs die beiden Bilder in dem einen der beiden Fälle einander gleichen, im anderen voneinander verschieden sind; so daſs also aus dem Umstand, daſs der Patient einen solchen Unterschied der beiden Fälle nicht hervorhebt, keineswegs gefolgert werden dürfe, ein solcher Unterschied bestehe nicht. — Wie leicht einem Augenbewegungen entgehen, davon wird man nicht selten unbeabsichtigterweise belehrt, wenn man während längerer Zeit einen Punkt eines kleinen farbigen Feldes fixiert. Während man das Auge ganz unbewegt zu halten glaubt, gewahrt man zuweilen plötzlich eine vom Nachbild herrührende scheinbare Verdopplung des Randes, falls nicht, was mir zuweilen begegnete, der Ort des Nachbildes von demjenigen des Objektes noch erheblich stärker abwich. Für gewöhnlich haben wir nun für die Ausführung von Augenbewegungen ein Kriterium an der uns bekannten Lage der Objekte der Auſsenwelt. Betrachte ich im zweiten Augenblick ein Objekt, welches von dem im ersten Augenblick betrachteten, auf den Drehpunkt meines Auges bezogen, einen eine gewisse Grenze

überschreitenden Winkelabstand besitzt, so weiſs ich, ich habe eine Augenbewegung ausgeführt. Auch dieses Kriterium kann dem Patienten nicht, oder nur in sehr abgeschwächtem Maſse, zugute kommen, da er ja bei jenen Versuchen nicht mehrere reelle Objekte mit bekannten gegenseitigen Abständen wahrnimmt, sondern nur zwei durch einen Abstand voneinander getrennte Dinge, welche gewissermaſsen zwei verschiedenen Welten angehören — das eine der wirklichen, das andere einer chimärischen Welt — ein „natürliches“ Bild und ein „Trugbild“, beide inmitten eines gleichförmigen Grundes. — Die zum Übergang von der Einstellung der Pseudomakula zu derjenigen der Makula führende Exkursion ist ferner wohl auch nicht groſs genug, um Spannungs- oder andere Organempfindungen des Auges mit Sicherheit merkbar werden zu lassen.

Indes so ganz befriedigend sind auch diese Erwägungen nicht. Insbesondere gegen den herangezogenen Vergleich mit der Betrachtung zweier Objekte durch einen Normalen könnte man wiederum einwenden, es mache einen Unterschied, ob der Beobachter überzeugt ist, daſs wirklich zwei Objekte da sind, oder ob er weiſs, daſs er infolge Obwaltens pathologischer Verhältnisse doppelt sieht.

Nun scheint aber das A. F. G. nur dann auf den in Rede stehenden Fall anwendbar zu sein, wenn B.s Auffassung vom Wesen des „natürlichen“ Bildes und des „Trugbildes“ zutrifft. Denn die Anwendung des A. F. G. wurde ja nur darum nötig, weil sich die Verhältnisse der Sehschärfe hier in derselben charakteristischen Weise verschoben zu haben schienen, wie in den früher behandelten gewöhnlicheren Fällen von Schielen. Tritt aber die Verschiedenheit zwischen dem „Trugbild“ und dem „natürlichen“ Bild schon dann hervor, wenn das Auge seine Einstellung gar nicht ändert, sondern nur in e i n e r Stellung beobachtet, so kann die Erscheinung, da eine „einfache Netzhauterregung“ vorliegt, nicht mit einer Verschiebung der Sehschärfeverhältnisse der Netzhaut in Verbindung gebracht werden. Es gewinnt daher den Anschein, als ob die Anwendung des A. F. G. auf den vorliegenden Fall nicht früher versucht werden dürfe, als bis die B.sche Deutung des Wesens von „Trugbild“ und „natürlichem“ Bild über jeden Zweifel sichergestellt ist.

Wir haben trotz alledem von den bisherigen Ausführungen nichts zurückzunehmen. Denn erstens werden wir alsbald (S. 305) sehen, daſs die Anwendung des A. F. G. auf den Fall selbst dann gerechtfertigt wäre, wenn das Gegenteil der B.schen Deutung zuträfe; und zweitens wird die ganze Kontroverse dadurch hinfällig werden, daſs wir an späterer Stelle (S. 310) den befriedigenden Nachweis für die Richtigkeit der B.schen Annahme zu erbringen tatsächlich in der Lage sein werden. Wir verschieben ihn, um Wiederholungen zu vermeiden.

d) Es verlohnt sich, aus den beiden Hypothesen „A“ und „B“ noch etwas detailliertere Folgerungen zu ziehen und dieselben darauf mit dem Tatsachenmaterial zu vergleichen.

Unser e r s t e r Schluſs lautet: Nach Hypothese „A“ wird man im allgemeinen erwarten, daſs der von jener Hypothese

angenommene Einfluſs des Schielens auf die Sehschärfe — Herabsetzung sowohl der makularen, wie auch der exzentrischen Sehschärfe — um so stärker hervortreten wird, je beträchtlicher der Grad der inneren Hemmung ist. Die Gröſse der nach jener Hypothese zu erwartenden Abnormität der Sehschärfe ist somit nach ihr eine einfache Funktion des Betrages der inneren Hemmung.

Zweitens schlieſsen wir: Nach Hypothese „B“ wird man im allgemeinen erwarten, daſs der von jener Hypothese angenommene Einfluſs des Schielens auf die Sehschärfe — Herabsetzung der Sehschärfe im Gebiete der Makula, Erhöhung derselben in der Pseudomakula — um so stärker hervortreten wird, je günstiger in dem betreffenden Falle die Bedingungen für das Auftreten einer Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums sind. Nun werden wir sogleich zeigen, daſs zwischen der Gunst dieser Bedingungen und dem Grade der inneren Hemmung kein einfacher Zusammenhang besteht, daſs vielmehr die Bedingungen für die Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums in zwei Fällen hervorragend günstig sein können, von denen sich der eine durch ungewöhnlich starke, der andere durch äuſserst geringe Hemmung auszeichnet. Mit Benutzung dieser neuen Prämisse, deren Richtigkeit wir sogleich erweisen werden, können wir unserem zweiten Schluſs nun auch die Form geben: Nach Hypothese „B“ ist der von jener Hypothese angenommene Einfluſs des Schielens keine einfache Funktion des Grades der inneren Hemmung, er zeigt mit diesem keinen erkennbaren Zusammenhang, dagegen ist er eine einfache Funktion der Gunst der Bedingungen für das Auftreten einer Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums.

Halten wir nun diese beiden verschiedenartigen Folgerungen an die bisher bekannten Tatsachen heran! Wir haben dabei allerdings zu bemerken, daſs die Verhältnisse der Sehschärfe bei Strabismus — im Gegensatz zu den Lokalisationsweisen — noch so wenig in systematischer Weise untersucht sind, daſs die Zahl der hierher gehörigen bekannten Fälle und Tatsachen noch relativ gering ist.

Wer von der Richtigkeit der Prämissen überzeugt ist, welche zu dem ersten der obigen Schlüsse führten, der dürfte Mühe haben, sich mit der Tatsache abzufinden, daſs ein die Erscheinung der „inneren Hemmung“ in hohem Grade darbietendes

Schielauge, dessen Eindrücke also nur unter komplizierten Versuchsbedingungen über die Schwelle des Bewufstseins gebracht werden können, sobald es nach Übernahme der Fixation durch das andere Auge in Schielstellung geht, nicht selten volle Sehschärfe zeigt, wenn es für sich allein geprüft wird (BIELSCHOWSKY, *Arch. f. Ophth.* 50, S. 474). Besteht hingegen zwischen der „inneren Hemmung" und den Abnormitäten der Sehschärfe keine eindeutige Beziehung, so bereitet die erwähnte Tatsache keine Schwierigkeiten.

Die Arbeiten BIELSCHOWSKYS erwecken den Eindruck, dafs dem Verfasser ein recht umfangreiches Beobachtungs- und Operationsmaterial zur Verfügung stand. Eine in den „Untersuchungen" erwähnte Methode z. B. wurde in mehr als 100 Fällen zur Anwendung gebracht. Nun wird von dem Verfasser gerade auf das Resultat der Besserungsfähigkeit der Sehschärfe eines Schielauges grofses Gewicht gelegt. Nicht nur in der Monographie über „monokulare Diplopie", sondern auch in den „Untersuchungen" führt B. für die These von der nicht reinkongenitalen Natur der Schielaugenamblyopie als schlagendsten Beweis stets die „ganz erstaunliche" Änderung an, welche die Sehschärfe in dem Falle STURM nach der Operation erfuhr. Man gewinnt bei der Lektüre der Ausführungen B.s den Eindruck, dafs der Fall nach Ansicht des Verfassers auch in Hinsicht auf die Verhältnisse der Sehschärfe ein Musterbeispiel von nicht alltäglichem Charakter darstellt. Wenn nun aber gerade in diesem Falle nach Aufhebung des Anlasses zum Schielen eine so ganz besonders erstaunliche Änderung der fovealen Sehschärfe eintrat, so mufs das Schielen während der Zeit seines Bestehens hier einen ganz besonders nachteiligen Einflufs auf die Sehschärfe ausgeübt haben. Gemäfs unserem ersten Schlufs wäre also zu erwarten, dafs das Schielauge des Patienten früher die Erscheinung der inneren Hemmung in besonders hohem Grade dargeboten habe. Nun besteht eines der Kennzeichen der inneren Hemmung eines Auges in der Aufhebung des binokularen Sehens und damit der exakten binokularen Tiefenwahrnehmung. Obwohl es sich nachträglich natürlich nicht mit unbedingter Stringenz beweisen läfst, dafs bei dem Patienten früher binokulares Sehen bestand, so weisen doch nach B. gewisse Anzeichen mit grofser Wahrscheinlichkeit darauf hin. Feine Tiefenunterschiede, auf deren Wahrnehmung es bei seiner Arbeit häufig ankommt,

hat der Patient früher immer richtig erkannt, während er jetzt als Einäugiger ziemlich häufigen Täuschungen in dieser Hinsicht unterworfen ist. Die innere Hemmung war also, falls überhaupt vorhanden, offenbar sehr gering. Dagegen bedarf es keines Beweises, daſs die Bedingungen für das Auftreten einer Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums in diesem Falle ganz besonders günstig sind. Glaubt doch der Patient noch 3 Jahre nach der Operation das wirkliche Objekt nur dann zu fixieren, wenn er demselben die Pseudomakula gegenüberstellt.

Weiter dürften der „Hypothese A" diejenigen Fälle Schwierigkeiten bereiten, in denen trotz sehr bedeutender innerer Hemmung sogar eine Steigerung der Sehschärfe in gewissen exzentrischen Partien zu verzeichnen ist. B. selbst scheint diese Schwierigkeit zu empfinden, wenn er z. B. über den 2. Fall (*Arch. f. Ophth.* **50**, S. 428) berichtet: „Sammelbilder sind „weder mittels des Stereoskops noch des Haploskops zu erzielen. „Binokulare Tiefenwahrnehmung ist nicht nachweisbar. Dem„gegenüber erscheint es auffällig, daſs die Sehschärfe, die ein „im rechten Auge ca. 22° von der Fovea temporalwärts gelegener „Bezirk[1] zeigt, ungewöhnlich hoch ist; sie beträgt nämlich $^1/_{24}$; „dieselbe Stelle im linken Auge hat nur $^1/_{72}$ Sehschärfe."

Der „Hypothese B" bereiten Fälle von der Art des soeben erwähnten keine Schwierigkeit. Denn selbst hochgradige Hemmung scheint die Möglichkeit nicht auszuschlieſsen, daſs die Bedingungen für eine Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums günstige sind. Zu diesem Schlusse nötigt — wir füllen jetzt gleichzeitig eine in unserem Beweisgang noch verbliebene Lücke aus (s. o.) — der 17. Fall in B.s „Untersuchungen". In diesem Falle besteht nämlich eine sehr hochgradige „Unterdrückung" des Schielaugenbildes. Das Schielaugenbild ist auch bei einer Prüfungsmethode (Maddoxprüfung), bei welcher die Überwindung der Hemmung für Augenblicke fast in allen Schielfällen gelingt, nicht zum Bewuſstsein zu bringen. Trotzdem hat sich hier das Phänomen der unokularen Diplopie entwickelt, und der Patient stellt, wenn das gute Auge verdeckt wird, dem

[1] Es besteht Strabismus diverg. alt. praec. oc. dextr. Der Schielwinkel beträgt 21—24°. Jener temporalwärts gelegene Bezirk befindet sich also ungefähr an der Stelle der Netzhaut, an welcher man in diesem Falle eine „Pseudomakula" zu erwarten hätte.

zu fixierenden Gegenstand eine exzentrische Stelle der Netzhaut, deren Lage bei den einzelnen Versuchen allerdings ein wenig schwankt, entgegen. Die Bedingungen für das Auftreten einer Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums scheinen somit günstig zu sein. Wie zu erwarten, tritt nach Ausführung einer die Ablenkung bis auf einen geringen Grad beseitigenden Operation eine erhebliche, sowohl objektiv nachweisbare, wie auch vom Patienten selbst bemerkte Besserung der makularen Sehschärfe ein.

Auch im Falle Tschermak besteht hochgradige innere Hemmung des jeweils schielenden Auges; und trotzdem ist die Sehschärfe beiderseits normal. Die ganz entsprechenden Verhältnisse des Falles Krause sind schon erwähnt (S. 288).

Vielleicht jedoch benutzt man den Fall Tschermak gerade zur Abweisung unserer Annahme eines besonders engen Zusammenhangs zwischen dem Auftreten einer monokulären Diplopie einerseits und demjenigen einer Verlagerung des „natürlichen Aufmerksamkeitszentrums“ und damit einer Sehschärfeanomalie andererseits.

Da auch Tschermak an sich unokulare Diplopie beobachtet, so hätte man nach obigen Ausführungen auch in diesem Falle eine Verlagerung des Aufmerksamkeitszentrums und damit eine deutliche Sehschärfeanomalie zu erwarten. Die Sehschärfe ist aber hier, wie gesagt, beiderseitig normal.

Indes lehrt die nähere Betrachtung des Falles Tschermak sofort, dafs dieser Einwand unberechtigt ist. Die unokulare Diplopie zeigt sich nämlich bei Tsch. nicht stets, und kaum wird er sich je, wie der B.sche Patient Sturm, durch dieselbe erheblich „gestört“ fühlen; tritt doch die unokulare Diplopie bei Tsch. nur unter künstlichen Versuchsbedingungen in Erscheinung, nämlich nur dann, wenn er ein Auge schliefst, und die Absicht zu „sehen“ oder zu „fixieren“ auf das geschlossene Auge verlegt. Selbst unter diesen Versuchsbedingungen tritt die Erscheinung nur „mitunter“ auf. Beim gewöhnlichen und, worauf es hier wohl besonders ankommt, beim aufmerksamen und nicht gerade der Untersuchung der unokularen Diplopie dienenden Sehen wird sich Tsch. der genannten Verhaltungsweise wohl niemals bedienen. Verlangt man für diese Behauptung noch einen Tatsachenbeweis, so ist darauf hinzuweisen, dafs Tsch. im Falle der zur unokularen Diplopie führenden Verhaltungsweise dem Objekt eine exzentrische Netzhautstelle gegenüberstellt (l. c. S. 530), während er in praxi zwar auch nur ein Auge — je nach der Entfernung das weniger oder stärker myopische — benutzt, mit diesem aber wirklich fixiert.

e) Die von uns gegebene Deutung der Erhöhung der Sehschärfe innerhalb der mit der Fovea des führenden Auges sehrichtungsgleichen Stelle beseitigt auch eine andere Schwierigkeit,

an welcher man — und zwar zunächst im Falle STURM — Anstofs nahm.

TSCHERMAK (l. c. S. 545) hebt hervor, dafs bei ihm die Lage der mit der Fovea des jeweilig führenden Auges gleiche Reize erhaltenden Netzhautstelle erheblichen Schwankungen unterworfen sei. Hieran anknüpfend weist er darauf hin, dafs ein ähnliches Schwanken auch im B.schen Falle stattgefunden habe. Hierbei wird S. 149 ff. und 167 der B.schen Arbeit („Monokuläre Diplopie") zitiert, wo davon gesprochen wird, dafs die Streuung der Werte, welche sich aus der Bestimmung der Doppelbilder für die Lage der Pseudomakula ergeben, eine sehr erhebliche ist. TSCH. fährt fort: „Es erscheint mir nicht zweckmäfsig, von einer „Pseudomakula oder von einem Pseudozentrum schlechtweg „zu sprechen: in meinem Falle gibt es einen flächenhaften Ort „jeweiliger Pseudozentra."

Gegen diese Ausführungen ist natürlich nichts einzuwenden. Bedenklich mufs es aber erscheinen, wenn SCHLODTMANN durch gleichartige theoretische Erwägungen die von B. beobachteten Tatsachen für unmöglich erklären zu müssen glaubt. SCH. führt nämlich (l. c. S. 268) folgendes aus:

„Die Bezeichnungen „Pseudozentrum" und „Pseudofovea" erwecken „leicht die falsche Vorstellung, als müfste die mit der Fovea des fixierenden „Auges sehrichtungsgleiche Stelle auch sonst noch, ev. auch durch höhere „Sehschärfe, vor analogen Stellen der Netzhaut ausgezeichnet sein. Bei „allen Fällen der 3. Gruppe[1] ist aber eine solche Erhöhung der Sehschärfe „von vornherein ganz undenkbar, da die Beziehung der beiden Netzhäute, „... abgesehen von kleineren spontanen Oszillationen, bei einem Wechsel „der Abbildungsverhältnisse eine relativ erhebliche Änderung erfährt, d. h. „also, dafs jedesmal eine andere Stelle eines relativ ausgedehnten Areals „der schielenden Netzhaut mit der fixierenden Fovea in Sehrichtungsgemeinschaft tritt. Ein solcher Wechsel, wie er durch Änderung der „Versuchsbedingungen hervorgerufen wird, kann aber auch beim gewöhnlichen Sehen stattfinden. Es ist ebenso unwahrscheinlich, dafs unter „diesen Umständen eine bestimmte exzentrische Stelle der schielenden „Netzhaut eine höhere Sehschärfe durch Übung erwerben sollte, wie diejenige, welche ihr ihrer Lage nach zukommt, als es unwahrscheinlich ist, dafs die Erhöhung der Sehschärfe denselben Wechsel der Lage mitmachen sollte, dem die Sehrichtungsgemeinschaft unterworfen ist, d. h. also, dafs immer diejenige Stelle „gerade höhere Sehschärfe haben sollte, welche gerade zu-

[1] Es wird auf eine von TSCHERMAK (*Zentralbl. f. Augenheilk.* 1899 Juli, S. 214 ff.) vorgeschlagene Klassifikation der Schielenden Bezug genommen.

„fällig mit der fixierenden Fovea gleichen Raumwert hat.[1]
„Für die Fälle der dritten Gruppe haben wir ja gesehen, daſs im Schiel-
„auge gerade eine Verminderung der Sehschärfe an der mit der fixierenden
„Fovea sehrichtungsgleichen Stelle durch innere Hemmung auftritt; es wird
„den betreffenden Stellen also keine Gelegenheit geboten, ihre Sehschärfe
„über das normale Maſs auszubilden.“[2]

Zunächst könnte man daran zweifeln, ob B. durch die Ausführungen TSCH.s und SCHLODTMANNS wirklich getroffen wird. B. könnte nämlich auf S. 167 seiner Arbeit hinweisen, wo es folgendermaſsen heiſst:

„Hinsichtlich der in groſser Zahl vorgenommenen Messungen des Ab-
„standes der Doppelbilder könnten auf den ersten Blick wohl die in ziem-
„lich weiten Grenzen schwankenden Ergebnisse befremden, da der gröſste,
„für die Netzhaut berechnete scheinbare Bilderabstand — also der Abstand
„der Makula von dem Pseudozentrum — nahezu doppelt so groſs als der
„kleinste ist. Indessen fielen doch — wenigstens bei den Untersuchungen
„im Januar 97 — nur relativ vereinzelte Resultate ganz aus dem Rahmen
„heraus; weiterhin ist zu bedenken, daſs die Beobachtung im direkten
„Sehen, an und für sich schwer für einen Ungeübten, nun gar bei einem
„Individuum mit so mangelhafter Sehschärfe die gespannteste Aufmerk-
„samkeit und infolgedessen sehr rasche Ermüdung bedingt. Patient selbst,
„der den besten Willen hatte, unseren Ermahnungen bezüglich möglichst
„genauer Angaben Folge zu leisten, klagte wiederholt über die Schwierig-
„keit, den Ort des farbenschwachen Trugbildes mit Bestimmtheit zu be-
„zeichnen. In überzeugender Weise wurde sein guter Wille, ebenso wie
„die Schwierigkeit der Aufgabe, dadurch erhellt, daſs ihm mit Hilfe des
„Kontrastes — durch zeitweiliges Verdecken der schwarzen Streifen resp.
„Scheiben mit einem weiſsen Papier — die Bestimmungen wesentlich er-
„leichtert und seine Angaben schneller und präziser wurden.“

Hiernach hat es offenbar den Anschein, daſs die erhebliche Streuung der für die Pseudomakula aus der Lage der beiden Bilder ermittelten Werte lediglich in der Schwierigkeit der dem Patienten gestellten Aufgabe begründet ist, nicht aber mit Notwendigkeit auf ein beträchtliches Schwanken der Raumwerte hinweist.

Geben wir aber einen Augenblick zu, auch im B.schen Falle finde ein Schwanken der Raumwerte wirklich statt, so geht doch m. E. aus B.s Ausführungen keineswegs zwingend hervor, daſs

---

[1] Von uns gesperrt gedruckt.

[2] Konstatiert ist vom Verfasser nur der besonders hohe Grad der inneren Hemmung in der Pseudomakula, nicht aber eine Verminderung der Sehschärfe derselben.

jene exzentrische Netzhautstelle, auf welcher die „Güte“ des Bildes erhöht ist, nicht eine gewisse flächenhafte Ausdehnung besitzen könne, entsprechend dem Umstand, dafs sich die Übung zu verschiedenen Zeiten auf etwas verschiedene Punkte der Netzhaut erstreckt. [1]

Vom Standpunkte unserer Auffassung vom Wesen der Übung der Netzhautperipherie aus brauchte aber auch derjenige an den von B. beobachteten Tatsachen nicht notwendig Anstofs zu nehmen, welcher die Ausführungen dieses Autors mit SCHLODTMANN in der Weise deuten wollte, dafs wirklich jedesmal nur eine ganz eng umgrenzte Stelle, nämlich die dem „wirklichen“ Bild jeweils gegenübergestellte Netzhautstelle, eine bessere Sehschärfe besitze, und dafs die Sehschärfe von dieser Stelle aus sofort nach allen Seiten hin abnähme.

Unsere Auffassung schliefst ja gar nicht mit Notwendigkeit die Annahme ein, dafs bei dem Patienten „eine bestimmte Netzhautstelle“ geübt ist.

Nehmen wir an, die Raumwerte der Netzhaut des Patienten

---

[1] Eine gewisse Schwierigkeit würde die Annahme, dafs ein relativ ausgedehntes Areal der Netzhautperipherie eine gleichmäfsige Steigerung der Sehschärfe erfahren habe, m. E. nur dann enthalten, wenn man sich zu der Ansicht erklärte, dafs die Erhöhung der Sehschärfe eines Punktes der Netzhaut der Grund ist, aus welchem gerade dieser Punkt bei der Absicht, das Objekt zu fixieren, eingestellt wird. Denn wenn jenes Areal gesteigerter Sehschärfe relativ ausgedehnt wäre, und wenn innerhalb dieses Areales kein Punkt vor dem anderen einen Vorzug genösse, so würde der Patient — sit venia verbo — gar nicht wissen, mit welchem Punkte der Netzhautperipherie er „fixieren“ soll. Man müfste vielmehr annehmen, dafs die Einstellung unsicher, nur nach manchem Schwanken, und nicht so prompt erfolgen würde, wie das tatsächlich der Fall gewesen zu sein scheint. — Die gekennzeichnete Annahme eines Zusammenhanges zwischen Sehschärfe und Einstellungsbewegung ist nun aber durch die von B. beobachteten Tatsachen gar nicht gefordert. Es ist z. B. in jenen Tatsachen nichts enthalten, was der von TSCHERMAK und M. SACHS angedeuteten Möglichkeit (vgl. auch S. 282) widerspräche, dafs bei dem Patienten die gewöhnlich beliebte Einstellung einer extramakularen Stelle beim „Fixieren“ dadurch bewirkt war, dafs das Individuum in gewohnter Weise die Fixationsintention auf das kürzlich verlorene rechte Auge richtete, wobei das linke eben jene Schielstellung einnahm. — Freilich hat die von TSCHERMAK und M. SACHS geäufserte Vermutung durch die neueren Befunde von BIELSCHOWSKY an Wahrscheinlichkeit verloren (vgl. S. 283). — Neben der von ersteren beiden Autoren hervorgehobenen Möglichkeit sind aber noch andere denkbar.

unterlägen innerhalb eines bestimmten Bereiches einem gewissen Schwanken, so erhebt sich nämlich sofort die Frage, ob das Aufmerksamkeitszentrum diese Schwankungen mitmacht, oder ob es sich immer an einem einer bestimmten, niemals wechselnden Netzhautstelle entsprechenden Orte des Sehraums befindet. Ich glaube, man darf mit einem erheblichen Grad von Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs man sich für das erste Glied der Alternative zu entscheiden hat. Der Patient ist ja, wenn er dem Objekt einen bestimmten exzentrischen Netzhautbezirk gegenüberstellt — im Sinne der TSCHERMAKschen Annahme ist der Grad der Exzentrizität zu verschiedenen Zeiten etwas verschieden — der Meinung, den wirklichen Gegenstand „anzublicken“. Mit dieser Meinung bzw. Aussage des Patienten scheint mir die Annahme nicht recht vereinbar zu sein, dafs sich das Aufmerksamkeitszentrum in diesen Fällen zuweilen neben dem „natürlichen“ Bilde, d. h. dem „wirklichen“ Gegenstand befinde, anstatt immer in ihm. Ein solches Auseinanderfallen von „wirklichem“ Gegenstand und Aufmerksamkeitszentrum müfste aber notwendig zuweilen stattfinden, wenn das Aufmerksamkeitszentrum die Schwankungen der Raumwerte nicht mitmachte, sondern gewissermafsen an einer bestimmten Netzhautstelle klebte. Ich glaube, man darf wohl annehmen, der Patient würde am wirklichen Gegenstand vorbeizusehen vermeinen, wenn seine Aufmerksamkeit vorwiegend auf eine dem wirklichen Gegenstand benachbarte Stelle des Sehraums gerichtet wäre und jener Gegenstand selbst nur nebenher beachtet würde. Freilich ist das Problem, worauf sich unser Urteil eigentlich stützt, wenn wir einen Gegenstand „anzublicken“ erklären, noch nicht systematisch in Angriff genommen worden. Unter normalen Verhältnissen, so könnte man wenigstens meinen, wird wohl der Umstand eine Rolle spielen, dafs die von der Fovea herrührenden Bilder sich vor den von anderen Netzhautteilen vermittelten durch erheblich gröfsere Schärfe auszeichnen. Allein ich glaube auf Grund gewisser Erfahrungen die Behauptung verantworten zu können, dafs dieser Faktor sicher nicht die einzige Grundlage des genannten Urteils ist. Es ist mir bei Peripheriebeobachtungen, namentlich wenn die Fixation von langer Dauer war, einige Male begegnet, dafs ich für Augenblicke unsicher wurde, ob ich nicht vielleicht den peripheren Gegenstand, auf den ich meine Aufmerksamkeit stark konzentrierte, anstatt des vorgeschriebenen

Fixierpunktes anblickte, obwohl der periphere Gegenstand hierbei so undeutlich war, dafs ich mich nachträglich sofort dahin korrigierte, ich könne jenen Gegenstand unmöglich „angeblickt" haben. Wenn ich mich auch, meines Wissens nur einige Male und nur für Augenblicke, zu direktem Irrtum verführen liefs, so habe ich doch bei starker Konzentration der Aufmerksamkeit auf ein seitliches Objekt stets den Eindruck, dafs in diesem Falle und in demjenigen, in welchem wirklich „fixiert" wird, ein gleichartiges Element, eine gleichartige sinnliche Unterlage gegeben ist. Eine gewisse Tendenz zu dem Urteil, der beachtete seitliche Gegenstand werde von mir „angeblickt", verspüre ich in solchen Fällen stets, wenngleich ich mich durch diese Tendenz nur relativ selten zu direktem Irrtum verführen lasse. Es will mir auf Grund dieser Erfahrungen scheinen, dafs die sinnlichen Erlebnisse, welche wir haben, wenn wir unsere Aufmerksamkeit einem Gegenstande in konzentrierter Form zuwenden, jedenfalls mit zu den Grundlagen unseres Urteils gehören, wenn wir erklären, einen Gegenstand „anzublicken".

Der Patient Sturm glaubt den Gegenstand „anzublicken", obwohl er ihm eine exzentrische Netzhautstelle gegenüberstellt, und obwohl er, längere Zeit nach der Operation wenigstens, bei Einstellung der Makula — wobei er stets den Eindruck hat, am Gegenstand vorbeizusehen — das Objekt viel schärfer sieht. Das erste der beiden Kriterien, welche oben als beim Normalen wahrscheinlich mitwirkend aufgeführt wurden, kommt hiernach bei den Patienten nicht in Betracht. Es liegt also der Gedanke nahe, das oben an zweiter Stelle genannte Kriterium spiele hier die alleinige Rolle. Der Patient „achtet" vorwiegend auf die vom „natürlichen" Bild erfüllte Stelle des Sehraums, nicht aber auf eine daneben gelegene, wenn er jenes Bild „anzublicken" erklärt.

Vielleicht hält man dieser Ansicht entgegen, sie trage dem Umstand zu wenig Rechnung, dafs der Glaube, den Gegenstand „anzublicken", in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle jedenfalls nur dann entstehe, wenn dem Objekt eine bestimmte Netzhautstelle gegenübergestellt werde. Diese nur relativ selten durchbrochene Konstanz des Zusammenhanges des genannten Urteils mit der Gegenüberstellung einer bestimmten Netzhautstelle lege die Vermutung nahe, dafs in der irgendwie vermittelten Wahrnehmung der Gegenüberstellung jener bestimmten Netzhautstelle das wichtigste Kriterium für das Urteil, einen Gegenstand „anzublicken", gegeben sei.

Hierauf ist zu sagen, dafs die Konstanz des genannten Zusammenhangs auch dann nicht unverständlich wäre, wenn die Wahrnehmung der Richtung unserer Aufmerksamkeit das wichtigste, ja sogar, wenn sie das einzige Kriterium dafür wäre, ob wir einen bestimmten Gegenstand „anblicken". Hering nimmt bekanntlich an, dafs die Richtung der Aufmerksamkeit nach einer bestimmten Stelle des Sehraums der Blickbewegung, welche zur Fixation jener Stelle führt, vorausgeht, und dafs der materielle Prozefs, welcher jener Aufmerksamkeitsrichtung zugrunde liegt, gleichzeitig die mechanische Ursache für das Auftreten der betreffenden Augenbewegung darstellt. Der beinahe konstante Zusammenhang zwischen dem Urteil, einen Gegenstand „anzublicken", und der Gegenüberstellung einer Netzhautstelle von bestimmter Individualität nötigt also nicht zu der Annahme, es komme uns zu Bewufstsein, dafs wir dem Objekt eine Netzhautstelle von bestimmter Individualität gegenüberstellen, und in diesem psychischen Erlebnis sei die Grundlage unseres Urteils zu suchen. Die Konstanz des Zusammenhangs wäre auch dann erklärt, wenn die Grundlage unseres Urteils im Sinne der obigen Andeutung ein Erlebnis wäre, dessen materielles Korrelat gleichzeitig die Ursache für das Auftreten einer bestimmten Augenbewegung darstellt, und damit auch die Ursache für die Gegenüberstellung einer Netzhautstelle von bestimmter Individualität.

Macht nun bei dem Patienten das Aufmerksamkeitszentrum die Schwankungen der Raumwerte in der angedeuteten Weise mit, so ist es nach unserer Auffassung gar nicht verwunderlich, sondern es entspricht lediglich der gehegten Erwartung, wenn die jeweils dem „natürlichen" Bild gegenübergestellte Netzhautstelle eine scheinbar erhöhte Sehschärfe besitzt, und wenn die Sehschärfe von jener Netzhautstelle aus scheinbar nach allen Seiten hin abklingt. An derjenigen Stelle des Sehraums, an welcher sich das „natürliche Aufmerksamkeitszentrum" des Patienten jeweils befindet, an der er also gerade das „natürliche" Bild sieht, herrscht die maximale Deutlichkeit, und von dort ab klingt dieselbe nach Mafsgabe der scheinbaren Entfernung, welche die betreffenden Punkte des Sehraums von jener Stelle haben, und dementsprechend nach Mafsgabe ihrer „Unüberschaubarkeit", ab. Dies ergibt sich aus dem A. F. G., welches von Aufmerksamkeitsvorgängen handelt und insbesondere gar nichts darüber aussagt, ob — entsprechend der beim Normalen stets beobachteten Zuordnung von „natürlichem Aufmerksamkeitszentrum" und Fovea — auch im B.schen Falle das „natürliche" Bild und damit der Ort des „natürlichen Aufmerksamkeitszentrums" stets genau ein- und derselben und unbedingt invariablen Netzhautstelle gegenüberliegt. Wegen jener Gleichheit des Ortes von natürlichem Aufmerksamkeitszentrum und „natürlichem" Bilde gehört

vielmehr die Frage, ob der Zusammenhang zwischen „natürlichem Aufmerksamkeitszentrum“ und Netzhautstelle ein konstanter oder variabler ist, in die Diskussion des allgemeinen, aber gleichfalls an die Verhältnisse des Sehens der Schielenden anknüpfenden Problems, ob den neu erworbenen Raumwerten der Netzhaut dieselbe Konstanz und Unveränderlichkeit zukommt, wie den angeborenen. — Selbst wer es durch obige Überlegungen nicht für streng bewiesen hält, dafs bei dem Patienten das Aufmerksamkeitszentrum die etwaigen Schwankungen der Raumwerte mitmachen wird, mufs zugeben, dafs die Möglichkeit eines solchen Verhaltens nachgewiesen ist, und dafs somit die Denkschwierigkeit, welche Schlodtmann offenbar dazu führte, die Richtigkeit von Bielschowskys Beobachtungen zu bezweifeln, auf dem Boden der hier vertretenen Ansicht nicht besteht.

Deutet man freilich — im Gegensatz zu der hier vertretenen Auffassung — den Erfolg der Übung als eine wirkliche Erhöhung der funktionellen Tüchtigkeit gewisser Netzhautelemente, und nimmt man mit Tschermak an, dafs im B.schen Falle ein wirkliches Schwanken der Pseudomakula vorliege, so ist allerdings Schlodtmann darin recht zu geben, dafs im B.schen Falle unmöglich eine eng umschriebene exzentrische Netzhautstelle erhöhte Sehschärfe zeigen könnte. —

Die vorstehenden Erwägungen enthalten nun aber gleichzeitig die Rechtfertigung der früher (S. 294) aufgestellten Behauptung, dafs die Anwendbarkeit des A. F. G. nicht notwendig gleichzeitig mit der B.schen Deutung des Wesens von „Trugbild“ und „natürlichem“ Bild hinfällig werden würde. Wir haben uns beim Rückblick auf jene früheren Betrachtungen nur gegenwärtig zu halten, dafs in dem Falle nicht eigentlich eine Verlagerung des „natürlichen Aufmerksamkeitszentrums“ nach einer bestimmten exzentrischen Netzhautstelle, sondern nach dem Orte des „natürlichen“ Bildes stattgefunden hat. Die Redeweise, dafs diese Verlagerung nach einer bestimmten exzentrischen Netzhautstelle stattgefunden habe, ist nur eine von uns der Kürze wegen bevorzugte façon de parler, welche aber sofort sinnlos und irreführend werden würde, falls die Raumwerte des Patienten im Sinne der soeben aufgewiesenen Möglichkeit tatsächlich schwankten. Befindet sich nun aber das natürliche Aufmerksamkeitszentrum des Patienten am Orte des „natürlichen“ Bildes, so wäre es wenigstens recht wohl denkbar, dafs unter dem Einflufs des A. F. G. das „natürliche Bild“ auch dann das „bessere“ wäre, wenn der Patient an demselben — seiner Meinung nach — vorbeisieht, weil eben dann das „natürliche“ Bild mit dem „natürlichen Aufmerksamkeitszentrum“ zusammenfiele, während das „Trugbild“ aufserhalb desselben läge. —

Ausdrücklich möchten wir uns noch gegen die Unterstellung verwahren, als nähmen wir an, der von uns hervorgehobene Faktor sei notwendig allein und ausschliefslich für das Zustandekommen der Schielaugenamblyopie verantwortlich. Allerdings kann man nicht mehr daran zweifeln, dafs ein Teil der Schielaugenamblyopie, gewissermafsen eine Komponente derselben, auf Konto des Schielens zu setzen ist — mit dieser Komponente des Symptoms hatten wir es allein zu tun und sie glaubten wir etwas anders deuten zu müssen, als bisher geschehen ist; dagegen ist m. E. die Frage noch nicht endgültig entschieden, ob die Schielaugenamblyopie nicht vielleicht doch in einigen Fällen auch eine kongenitale Komponente besitzt. Vielleicht liegt die Wahrheit zwischen den einander meist schroff gegenübergestellten Theorien in der Mitte. Ein näheres Eingehen auf jene möglicherweise vorhandene kongenitale Komponente liegt jedoch gänzlich aufserhalb unseres Gegenstandes. Es mag der Hinweis genügen, dafs die Amblyopie des Schielauges auch nach Korrektur der Schielstellung keineswegs in allen Fällen verschwinden und nicht einmal stets eine bedeutende Rückbildung erfahren soll, dafs ferner nach dem Befunde Nuels[1] in manchen schielenden amblyopischen Augen Unregelmäfsigkeiten des Pigmentes in der Makula angetroffen werden, dafs einseitige Amblyopie eines Auges auch bei Individuen zur Beobachtung gelangte, welche keine sonstige Anomalie aufwiesen. Die Zustimmung zu den von uns oben durchgeführten Erwägungen brauchte sogar, wenn keine anderen Gründe entgegenständen, niemanden daran zu hindern, mit den Vertretern der Ansicht vom kongenitalen Ursprung des Symptoms anzunehmen, dafs die „kongenitale Amblyopie" häufig erst die Ursache des Strabismus sei. Gar nicht getroffen wird also durch unsere Erörterungen z. B. die Ansicht von Straub[2], der das so besonders häufige Zusammentreffen der Amblyopie mit Hypermetropie einerseits, mit Strabismus andererseits, durch die Annahme zu erklären sucht, dafs hier infolge eines Traumas während der Geburt das eine Auge — in seltenen Fällen beide — schwachsichtig geworden sei, dafs dieses Auge infolgedessen oft die kongenitale Refraktion, die normale Hypermetropie des Säuglings, beibehalte, oder sich, in gleichfalls zahlreichen Fällen, nicht an die normalen motorischen Funktionen gewöhne. (Einen eingehenden Literaturbericht gibt Straub l. c.) Selbst diese Deutung des kongenitalen Anteils, welche in der Amblyopie das primäre Phänomen erblickt, würde keineswegs das Zugeständnis ausschliefsen, dafs der Strabismus, einmal eingeleitet, nun seinerseits die Amblyopie weiter zu steigern vermöge.

§ 2.

Wir sahen uns im experimentellen Teil der vorliegenden Arbeit genötigt, das Aubert-Foerstersche Phänomen als einen

[1] Traité d'Ophthalm. De Wecker et Landolt. T. III, S. 759.

[2] Statist. Beitr. zum Studium der Amblyopia congenita. *Arch. f. Augenheilk.* **33**.

höheren Grad, als eine Steigerung des Kosterschen Phänomens aufzufassen. Wenn sich unter irgendwelchen Bedingungen die erste dieser beiden Erscheinungen zeigt, wird man demnach auch die zweite anzutreffen erwarten.

Wir wollen jetzt, diesem Gedanken nachgehend, den Unterschied noch etwas näher ins Auge fassen, welcher in Bielschowskys Falle von monokulärer Diplopie zwischen dem „natürlichen" Bild und dem „Trugbild" besteht. Wir wollen wieder mit B. annehmen — das Recht dieser Annahme werden wir alsbald mit gröſserer Strenge, als bisher, erweisen — daſs der Patient, wenn er das Aussehen des „natürlichen" Bildes beschreibt, die Beschaffenheit seines Doppelbildes im Falle der Fixation mit der Pseudomakula schildert, und daſs sich die Charakterisierung des „Trugbildes" auf den Fall der Einstellung der anatomischen Makula auf das im Auge entworfene Bildchen bezieht.

Es wurde bereits erwähnt (S. 290), daſs das „natürliche" Bild „besser", d. h. „gesättigter in der Farbe" ist, und daſs es „ihm mehr ins Auge fällt"; das „Trugbild" wird auch als „matter in der Farbe" im Vergleich zum „natürlichen" Bilde beschrieben. „Das Trugbild eines roten Objektes bezeichnet er z. B. als „rosa" (l. c. S. 145). Für die Richtigkeit dieser Angaben des Patienten bürgt auch der Umstand, daſs Sekundärerscheinungen auftreten, welche sich erfahrungsgemäſs beim Matterwerden der Farbe eines Gegenstandes leicht zeigen, und die natürlich vom Patienten mangels seiner Kenntnis der psychologischen Gesetzmäſsigkeiten unmöglich simuliert sein können. Hält nämlich der Patient eine rote Scheibe vor einen schwarzen Hintergrund, so scheint ihm das „Trugbild" etwas weiter entfernt zu liegen als das „natürliche Bild", „da es schwächer in der Farbe ist" (l. c. S. 149). Hierzu ist zu bemerken, daſs bei Beobachtungen von M. Sachs[1] die Kanten eines aus drei leuchtenden Drähten gebildeten Prismas je nach der Helligkeit des Glühens näher oder ferner zu stehen schienen.

Die geschilderten Beobachtungen des Patienten stehen durchaus in Übereinstimmung mit dem, was auf Grund des Kosterschen Gesetzes unter den Bedingungen seines Sehens zu erwarten

[1] Festschr. z. Feier d. 25jähr. Best. d. Neurol. Instit. d. Univ. Wien. Wien 1908.

ist. Nach dem K. G. nimmt ja eine farbige Fläche mit Zunahme ihrer scheinbaren Entfernung vom „natürlichen Aufmerksamkeitszentrum“ — unter gewöhnlichen Umständen ist dies die anatomische Makula, im vorliegenden Falle die Pseudomakula — oder auch schon bei dem Herausfallen aus demselben, an Sättigung ab. Zur Konstatierung einer Sättigungsabnahme bedient sich der populäre Sprachgebrauch des Ausdrucks, die Farbe werde „matter“ und mit dem Worte „Rosa“ bezeichnet jener Sprachgebrauch ein sehr wenig gesättigtes, helles Rot.

Gehört ein Objekt, sowie der Hintergrund, vor welchem es dargeboten wird, der schwarz-weifsen Empfindungsreihe an, so dafs von einer Sättigungsänderung nicht die Rede sein kann, so äufsert sich die Wirksamkeit des K. G., wie wir sahen (S. **130 ff.**), darin, dafs die Helligkeitsdifferenz zwischen Objekt und Grund bei Zunahme der scheinbaren Entfernung des Objektes vom natürlichen Aufmerksamkeitszentrum, bzw. beim Herausrücken aus demselben, kleiner zu werden scheint. Durchaus in Übereinstimmung hiermit stehen die Angaben, welche der Patient über den Unterschied zwischen dem Aussehen des „natürlichen“ Bildes und dem des „Trugbildes“ macht. Es erschien nämlich „letzteres „bald heller, bald dunkler als das „natürliche“ Bild, und zwar „zeigte sich Helligkeit sowohl als Farbe in bemerkenswerter „Weise beeinflufst von den Eigenschaften des Grundes. So er-„schien dem Patienten das „Trugbild“ einer schwarzen Scheibe „auf schwarzem Grunde heller, von matterem Schwarz, als das „„natürliche“ Bild; das „Trugbild“ einer weifsen Scheibe auf „schwarzem Grunde dagegen dunkler, also grau“ (l. c. S. 155). In beiden Fällen erscheint also die Helligkeitsdifferenz zwischen Objekt und Grund verkleinert.

Obwohl das „natürliche“ Bild „besser“ ist, in dem Sinne, dafs die verschieden gefärbten oder verschieden hellen Partien desselben gesättigter erscheinen, bzw. sich in ihren Helligkeiten stärker voneinander abheben, so ist doch das „Trugbild“ „deutlicher“, d. h. „schärfer konturiert“ (l. c. S. 147 und 155). Dies könnte in Anbetracht des Umstandes, dafs eine Herabsetzung der Helligkeitsdifferenz zwischen Objekt und Grund im allgemeinen auch mit einem Undeutlicherwerden der Kontur verbunden zu sein scheint (vgl. S. 148), wundernehmen. Man darf jedoch nicht vergessen, dafs die Schärfe der Konturierung nicht nur von der aus dem A. F. G. erschlossenen „zweiten Komponente

der Sehschärfe“ abhängt, sondern auch, und wohl sogar in erster Linie, von der funktionellen Tüchtigkeit der an der jeweilig gereizten Stelle befindlichen Aufnahmeapparate. Die Schilderung, welche der Patient vom „natürlichen Bild“ entwirft, bezieht sich auf den Fall, daſs das im Auge entworfene Bildchen auf die Pseudomakula, also auf eine exzentrische Stelle, fällt; hingegen geht die Schilderung des „Trugbildes“ auf den Fall der Reizung der anatomischen Makula. Hinsichtlich der „ersten Komponente der Sehschärfe“ ist nun aber die anatomische Makula, wie bekannt, jeder Stelle der Netzhautperipherie, und somit auch der Pseudomakula, beträchtlich überlegen. Man pflegt bekanntlich diese Sonderstellung der Makula auf den Umstand zurückzuführen, daſs in der Netzhautgrube jeder Zapfen mit nur einer Nervenfaser verbunden ist, wohingegen in der Peripherie je eine der an die Stäbchen oder Zapfen angeschlossenen Nervenfasern die Erregungen mehrerer Aufnahmeapparate weiterleitet. Es liegt auf der Hand, daſs diese anatomisch vorgegebenen Faktoren unter wie auch immer gestalteten psychologischen Bedingungen in Wirksamkeit bleiben werden.

Wahrscheinlich wäre das Übergewicht der makularen Sehschärfe über die pseudomakulare — im Sinne der gröſseren Schärfe der Konturierung — noch gröſser, als es tatsächlich ist, wenn nicht die letztere Netzhautstelle hinsichtlich des Faktors, welchen wir als „zweite Komponente“ bezeichneten, günstiger gestellt wäre als die erstere. Denn daſs sich jener Faktor nicht nur im Sinne einer Änderung der Helligkeitsdifferenzen, sondern wie man nach Analogie des Zusammenhangs zwischen dem K. G. und dem A. F. G. erwartet, auch im Sinne einer Änderung der Sehschärfe im eigentlichen Verstande (Schärfe der Konturierung) geltend macht, geht schon aus unseren bisherigen Ausführungen zur Genüge hervor; und zwar sowohl aus den Beobachtungen an Normalen, wie auch aus der Betrachtung der speziellen Verhältnisse des Falles Sturm; denn der Patient erkennt in der ersten Zeit nach der Operation die ihm dargebotenen Zeichen mit der Pseudomakula besser als mit der Makula. Im Erkennen von Schriftproben aber zeigt es sich, inwieweit die Formen der Sehdinge, also auch ihre Konturen, deutlich wahrgenommen werden.

Da die Deutung des Unterschiedes der beiden Bilder mit Hilfe des Kosterschen Gesetzes zur Voraussetzung hat, daſs sich das natürliche Auf-

merksamkeitszentrum auch zur Zeit jener genaueren Untersuchung noch an der der Pseudomakula entsprechenden Stelle des Sehraums befand, so sei ausdrücklich hervorgehoben, dafs der Patient beim ungezwungenen Sehen auch damals noch stets nach dem „natürlichen" Bild „schaute". Allerdings „schaute" er, sobald ihm aufgegeben wurde, sich von einem Objekt ein möglichst deutliches Bild zu verschaffen, nach dem „Trugbild". Es ist aber für die vorherrschende Richtung seiner Aufmerksamkeit bezeichnend, dafs er hierbei die Empfindung hat, am wirklichen Objekte vorbeizusehen.

In dem Umstand, dafs das „natürliche" Bild hinsichtlich der Sättigung der Farben und der Ausprägung der Helligkeitsdifferenzen zwar „besser", dagegen weniger scharf konturiert ist als das „Trugbild", glauben wir auch den noch ausstehenden sichren Beweis (vgl. S. 294) für die Richtigkeit der B.schen Deutung des Wesens von „natürlichem" Bild und „Trugbild" zu erblicken. Wäre die B.sche Annahme unzutreffend, würden dem Patienten die beiden Bilder auch schon bei nur e i n e r Einstellung des Auges verschieden erscheinen, so müfste die ganze Verschiedenheit, da dann eine „einfache Netzhauterregung" vorläge, in der nervösen Sphäre begründet sein. Wir sahen aber, dafs die Verschiedenheit, welche zwischen der Reaktionsweise der nervösen Sphäre auf das „natürliche" Bild einerseits, auf das „Trugbild" andererseits besteht, gerade von der Art ist, dafs man auf seiten des „natürlichen" Bildes eine Begünstigung nicht nur hinsichtlich der Verhältnisse des Lichtsinns, sondern auch hinsichtlich derjenigen der Kontur erwarten würde. In Wirklichkeit ist aber die Kontur des „natürlichen" Bildes weniger scharf als diejenige des „Trugbildes". Diesem Widerspruch zwischen dem erwarteten und dem tatsächlichen Verhalten können wir nur durch die Akzeptierung der B.schen Annahme entgehen, wonach tatsächlich keine „einfache Netzhauterregung" vorliegt, und die Verschiedenheit beider Bilder nicht nach ihrem ganzen Betrage auf das Konto der nervösen Sphäre zu setzen ist.

Man wird auf Grund der bisherigen Ausführungen zugeben, dafs sich der Unterschied im Aussehen der beiden Bilder mit Hilfe des K. G. in der Tat in ungezwungener Weise erklären läfst. Dieser Umstand enthebt uns jedoch nicht der Verpflichtung, die Frage zu untersuchen, ob nicht auch andere Erklärungen möglich sind.

In der Tat gibt Bielschowsky für die Verschiedenheit der beiden Bilder eine andere Erklärung. Jedes Element der Netz-

haut des Schielauges besitzt bei dem Patienten einen zweifachen Raumwert, den angeborenen und den neu erworbenen. Es besteht darum wenigstens die Möglichkeit, dafs an jede Stelle des Sehraums zwei verschiedene Netzhautbilder projiziert werden können, nämlich diejenigen beiden, welche den betreffenden Raumwert im angeborenen System der Raumwerte einerseits, im erworbenen andererseits besitzen. Gleichwie in den von FECHNER inaugurierten Untersuchungen über die Verhältnisse des binokularen Sehens, so erhebt sich auch hier die Aufgabe, den (im Zentralorgan begründeten) Einflufs zu bestimmen, welche zwei an die gleiche Stelle des Sehraums projizierte Netzhauteindrücke aufeinander ausüben. Nach Analogie der Erscheinungen im binokularen Sehen ist zu erwarten, dafs es sich hierbei entweder um Farbenmischung oder um Wettstreitphänomene handelt oder endlich um ein Hinter- oder Durcheinandersehen der Objekte.

Bietet man ein Objekt vor einem anders gefärbten Grunde dar, so wird bei dem Patienten im allgemeinen aufser der nur die Netzhaut betreffenden auch eine im Zentralorgan bedingte Beeinflussung der Farbe des Objektes durch diejenige des Grundes stattfinden, da ja eine Partie des letzteren in dem einen System der Raumwerte den gleichen Raumwert besitzt, wie das Objekt in dem anderen.

BIELSCHOWSKYS Annahme geht nun dahin, dafs das „Trugbild“ durch die Farbe und Helligkeit des Grundes in anderer Weise beeinflufst werde als das „natürliche“ Bild (l. c. S. 155 ff.). Bei ersterem zeige sich ein unverkennbarer Wettstreit der Farben, in gewissen Fällen sogar exquisite Farbenmischung. Demgegenüber besitze das „natürliche“ Bild — obwohl dies nicht ausdrücklich hervorgehoben wird, so gestatten die Ausführungen BIELSCHOWSKYS doch keine andere Interpretation —, die Eigenschaft, im Wettstreit mit der denselben Raumwert besitzenden Partie des Grundes stets obzusiegen. — Wir wollen die Hypothese BIELSCHOWSKYS in Zukunft als „Hypothese α“, die unserige als „Hypothese β“ bezeichnen.

Auf den ersten Blick besitzt die „Hypothese α“ sehr viel Einnehmendes. Denn auch sie wird der eigentümlichen Tatsache gerecht, dafs das „Trugbild“ je nach der Helligkeit des Grundes bald heller, bald dunkler erscheint als das „natürliche“ Bild. Das „Trugbild“ einer weifsen Scheibe auf schwarzem Grunde mischt sich nach jener Hypothese mit der Farbe der

den gleichen Raumwert besitzenden Partie des Grundes; es erscheint „grau“, also dunkler als das „natürliche“ Bild, welches ja über die Farbe des Grundes einen völligen Sieg davontragen soll. Ebenso mufs eine schwarze Scheibe auf weifsem Grund im „Trugbilde“ wegen der hier wieder eintretenden Farbenmischung in matterem Schwarz erscheinen als dann, wenn der Patient das „natürliche“ Bild „anschaut“, in welchem Falle ja die Farbenmischung, der Annahme nach, ausbleibt.

Wir bezeichneten es als eine „Annahme“, dafs sich das Verhalten des „Trugbildes“ von dem des „natürlichen“ Bildes hinsichtlich der Erscheinungen der Farbenmischung und des Wettstreites in der angedeuteten Weise unterscheidet. B. hält das in jener Annahme vorausgesetzte Verhalten für eine experimentell erwiesene Tatsache. Wir glauben behaupten zu dürfen, dafs die diesbezüglichen Ausführungen B.s nicht beweiskräftig sind.

Dafs sich das „Trugbild“ vom „natürlichen“ Bilde in der angedeuteten Weise hinsichtlich der Farbenmischung und des Wettstreites unterscheidet, hält B. durch folgenden Versuch für erwiesen. Betrachtete der Patient eine graue Scheibe auf farbigem Grunde, so erschien das „natürliche“ Bild durch Simultankontrast deutlich in der jeweiligen Gegenfarbe; „im „Trugbilde“ wechselte „diese Farbe mit der des Grundes ab, oder — wie er sich aus„drückte — die Farbe des „Trugbildes“ schien ihm durchsetzt „mit der des Grundes“ (l. c. S. 155).

Bei der Deutung dieses Versuches hat man sich wiederum gegenwärtig zu halten, dafs sich die Schilderung des „Trugbildes“ auf den Fall der Fixation mit der anatomischen Makula, die des „natürlichen“ Bildes auf den Fall der Fixation mit der exzentrisch gelegenen Pseudomakula bezieht. Bevor man für den bei diesem Versuch in den verglichenen Konstellationen hervortretenden Unterschied die eigenartigen und besonderen psychologischen, bzw. psychophysischen Bedingungen des Falles verantwortlich macht, hat man sich zu vergewissern, ob der erwähnte Unterschied nicht einfach auf den Umstand zurückzuführen ist, dafs das im Auge entworfene Bild in den Vergleichskonstellationen auf verschiedene und ein ungleiches funktionelles Verhalten zeigende Netzhautstellen fällt. In der Tat gelangt nun aber FECHNER[1] auf Grund diesbezüglicher Beobachtungen zu der An-

[1] Über einige Verhältnisse des binokularen Sehens. Abhandl. d. Math.-phys. Kl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. 5. Bd., 1861, S. 535ff.

nahme einer „leichteren Entwicklung der Komplementärfarbe in „den seitlichen Teilen des Gesichtsfeldes". „Ich finde sehr ent„schieden", so berichtet jener Forscher, „wenn ich ein weifses „Feld auf farbigem Grunde vor mir habe, dafs es, je nachdem „ich es indirekt oder direkt betrachte, deutlicher oder undeut„licher komplementär zum Grunde erscheint, oder dafs die bei „indirekter Betrachtung deutliche Komplementärfärbung bei „direkter verschwindet. FUNKE und ZÖLLNER fanden dies unter „Anwendung verschiedener Farben bestätigt; auch GRABAU bei „grünem und blauem Grunde, indes er bei mehreren anderen „Farben weder mit direktem noch indirektem Sehen etwas von „Komplementärfarbe bemerkte." — Auch dann, wenn nicht nur beim „Trugbilde", sondern auch beim „natürlichen" Bilde Farbenmischung eintritt, mufs das „natürliche" Bild die Komplementärfarbe in deutlicherer Ausprägung zeigen; denn eine Farbe von ausgesprochenem Charakter wird natürlich bei der Mischung mit einer anderen weniger leicht unmerklich als eine matte, nur schwach angedeutete Farbe.

Die Worte „im Trugbilde wechselte diese Farbe mit der des „Grundes ab", scheinen nicht eine Äufserung des Patienten selbst wiederzugeben, sondern beziehen sich offenbar bereits auf die Deutung, welche B. den Äufserungen des Patienten gibt. Der Zusammenhang, in welchem diese Worte auftreten, legt diese Vermutung wenigstens nahe. Aber gleichgültig, ob dasjenige, was der Patient wirklich beobachtete, Farbenmischung oder Wettstreit war, oder ob die Farben hinter- oder durcheinander gesehen wurden, auf jeden Fall ist es durchaus verständlich, dafs die Farbe des „natürlichen" Bildes leichter über die des Grundes den Sieg davongetragen habe, als die weniger ausgesprochene Farbe des „Trugbildes".

B. zeigt dann durch einen weiteren Versuch, dafs beim „Trugbild" unter gewissen Bedingungen „exquisite Farbenmischung" hervorgerufen werden kann. Es wird mit dem „Trugbilde" der blauen Scheibe eine solche von gelber Farbe zur Deckung gebracht. Der Patient sah dann in der Tat eine Scheibe von neutral grauer Färbung (l. c. S. 156). Im Interesse des uns beschäftigenden Problems wäre es nun sehr erwünscht, den entsprechenden Versuch auch mit dem „natürlichen" Bilde, also bei Fixation mit der Pseudomakula, angestellt zu sehen. Über diesen Punkt finden wir jedoch keinerlei Angaben, weder solche

direkter noch indirekter Art. Es ist ja auch wohl unmöglich, einen so seltenen Fall sogleich völlig erschöpfend und mit Rücksicht auf alle erst später auftauchenden Fragen zu untersuchen.

Ist die Richtigkeit der „Hypothese *α*“ somit nicht bewiesen, so erscheint sie andererseits einigermaſsen unwahrscheinlich, wenn man sich gewisser Tatsachen eines in unverkennbarer Verwandtschaft zu den Verhältnissen des B.schen Falles stehenden Tatsachengebietes der normalen Psychologie erinnert, nämlich der Verhältnisse des binokularen Sehens.

Einer der bekanntesten Versuche dieses Gebietes ist ja der Doppelbilderversuch von Fechner. Er besteht bekanntlich darin, daſs man eine begrenzte, z. B. gelbe Scheibe auf einen ausgedehnten, z. B. grauen Grund legt und sie mit so gekreuzten Sehachsen betrachtet, daſs ein getrenntes Doppelbild der Scheibe auf dem blauen Grunde entsteht. Man hätte, um bei dem gewählten Beispiel zu bleiben, ebensoviel Grund, an der betreffenden Stelle Blau als Gelb zu sehen. Ähnlich wie bei diesem Versuche Fechners, tritt ja auch bei dem Patienten B.s im Zentralorgan die Wahrnehmung eines konturierten Feldes in Konkurrenz mit der an die gleiche Stelle des Sehraums lokalisierten gleichförmigen Grundfläche. Der Unterschied unseres Falles gegenüber dem Fechnerschen Versuche besteht nur darin, daſs die konkurrierenden Eindrücke hier von zwei verschiedenen Augen, dort von zwei verschiedenen Netzhautstellen herrühren. Wir wollen uns für einen Augenblick erlauben diesen Unterschied als belanglos zu betrachten; das Recht zu dieser Annahme darf allerdings nicht als selbstverständlich angesehen werden.

Beim Fechnerschen Versuche ergibt sich nun folgendes: Die heterogene Deckung von Blau und Gelb im Doppelbilde gibt wesentlich dieselbe Erscheinung als die homogene Deckung von Gelb und Gelb im einfachen Bilde (d. h. bei gewöhnlicher Fixation des gelben Feldes). Wohl erfährt das Gelb hierbei eine geringe Sättigungsabnahme, aber dieselbe ist so gering, daſs sie von einem so geübten Beobachter, wie Fechner, nur bei gröſster Aufmerksamkeit bemerkt wurde und, wie F. sagt, „dem Unaufmerksamen und Laien ganz entgeht.“ Das analoge Resultat zeigt sich, wenn man den Versuch mit einer weiſsen Scheibe auf schwarzem Grund oder mit einer schwarzen Scheibe auf weiſsem Grund anstellt. Der Grund macht hierbei seinen Eindruck „so wenig geltend, daſs man ohne sehr genaues Auf-

„merken merklich dieselbe reine Schwärze als beim gewöhnlichen „Sehen zu erblicken glaubt.“ WELCKER[1], ein gleichfalls sehr geübter Beobachter, findet bei einem Versuche, welcher nur hinsichtlich unwichtiger Nebenumstände von demjenigen FECHNERS abweicht, im Falle eines schwarzen Streifens auf weifsem Grund in der Schwärze überhaupt keinen Unterschied gegenüber der gewöhnlichen Betrachtung. Auch PANUM[2] findet unter ganz ähnlichen Verhältnissen „die Doppelbilder gewöhnlich ebenso schwarz „wie im ursprünglichen, dem einen Auge dargebotenen Bilde“.

Im B.schen Falle hingegen ist der Unterschied zwischen dem Aussehen des „natürlichen“ Bildes und dem des „Trugbildes“ so beträchtlich, dafs zur Bezeichnung der Farben jener Bilder verschiedene Bezeichnungen benutzt werden müssen, dafs die Bezeichnung „Rot“ durch „Rosa“, „Schwarz“ durch „Grau“ ersetzt werden mufs. Zudem handelt es sich hier nicht um einen geschulten Beobachter, sondern um einen Laien. — Wir sind uns dessen bewufst, dafs diese an die Verhältnisse des binokularen Sehens anknüpfende Argumentation nicht zwingend ist, sondern dafs sie nur Wahrscheinlichkeitswert besitzt.

Der Ausfall des schon erwähnten Versuches (BIELSCHOWSKY l. c. S. 156), bei welchem am Orte des „Trugbildes“ echte, zentral bedingte Farbenmischung eintrat, bildet gegen das eben Gesagte keinen Einwand. In diesem Falle konkurrierte nämlich nicht ein mit Konturen versehenes Objekt mit einem gleichförmigen Grunde, sondern der Patient hatte zwei (wie es scheint, in ihrer Gestalt gleichartige) Scheiben miteinander zur Deckung zu bringen. Der Umstand, dafs beide Objekte die gleichen Konturen zeigen, aufser diesen gleichen Konturen aber keine anderen darbieten, ist ja die eine Bedingung dafür, dafs zwei auf korrespondierenden Stellen sich abbildende Farbflächen zu binokularer Farbenmischung Anlafs geben. Weitere Bedingungen bestehen darin, dafs die zu mischenden Farbflächen nicht zu grofs sind, sowie dafs sie in ihrer Helligkeit nicht sehr stark differieren. (Vgl. HERING in HERMANNS Handb. d. Physiol. III, 1, S. 591 ff.) Obwohl hinsichtlich des letzteren Punktes keine näheren Angaben vorliegen, so war der Helligkeitsunterschied der gelben Scheibe gegenüber der blauen doch auf jeden Fall geringer als der der weifsen Scheibe gegenüber dem schwarzen Grunde. Steht der Versuch, in welchem bei dem Patienten ein kleines begrenztes und konturiertes Objekt mit einem gleichförmigen Grunde konkurriert, in unverkennbarer Parallele mit dem FECHNERschen Doppelbilderversuch, so ist umgekehrt der eben genannte Versuch, bei welchem Farbenmischung eintritt, mit demjenigen Versuche an normalen Individuen in

---

[1] Über Irradiation. 1852. S. 118 ff.

[2] Physiolog. Unters. üb. d. Sehen mit zwei Augen. 1858. S. 17 ff.

Parallele zu setzen, bei dem auch diese Individuen echte Farbenmischung wahrnehmen.

Wir haben jetzt gesehen, dafs die „Hypothese *α*“ nicht bewiesen ist, dafs ihre Richtigkeit vielmehr auf Grund gewisser Tatsachen als unwahrscheinlich bezeichnet werden mufs. Erscheint schon nach dem Bisherigen die „Hypothese *β*“ in günstigerem Lichte als ihre Konkurrentin, so wird das Übergewicht der ersteren Hypothese noch erheblich, und wohl in ausschlaggebender Weise, verstärkt durch die folgende Überlegung.

Das Aubert-Foerstersche Phänomen ist eine Verstärkung, ein höherer Grad des Kosterschen. Wo wir dem ersteren begegnen, dürfen wir erwarten, auch das zweite anzutreffen. Nun glauben wir dargetan zu haben, dafs sich die Beobachtungen hinsichtlich der Sehschärfe bei Schielenden mit Pseudomakula, und speziell auch in dem vorliegenden Falle, am ungezwungensten mit Hilfe des A. F. G. erklären lassen. Der Inhalt der „Hypothese *β*“ enthält demnach nichts anderes als dasjenige, was man mit wohl zwingender Notwendigkeit zu erwarten hat. Im Gegensatze hierzu ist die „Hypothese *α*“ eine Hypothese ad hoc; sie ist lediglich für die Erklärung des Aussehens der beiden Bilder zurecht gemacht. Nicht allein, dafs sich ihre angeblichen Tatsachenunterlagen als mehrdeutig und somit als trügerisch erwiesen, und dafs sie somit in der Luft zu schweben scheint, sie besitzt auch keine Beziehung zu dem viel allgemeineren Tatsachenkreise der Sehschärfe, sie involviert eine ganz unnötige Vervielfältigung der Erklärungsgründe, sie zerreifst überflüssigerweise den Zusammenhang zwischen dem Falle Sturm und den gewöhnlicheren Fällen von Strabismus. Schon nach dem Grundsatz, „principia praeter necessitatem non multiplicanda“ müfste die „Hypothese *α*“ zugunsten ihrer überlegenen Nebenbuhlerin abgewiesen werden; sie müfste es selbst dann, wenn sich keine Tatsache aufweisen liefse, zu welcher sie in direktem Widerspruch steht.

Einen solchen direkten Widerspruch zur „Hypothese *α*“ glauben wir nun aber in der Tatsache zu erblicken, dafs der Patient die Farbe eines roten Feldes auf schwarzem Grund im Trugbild als „Rosa“ bezeichnet.

Nach der „Hypothese *α*“ müfste sich die rote Farbe des Feldes dadurch in „Rosa“ verwandeln, dafs sie sich mit dem Schwarz des Grundes mischt. Unter „Rosa“ versteht nun aber

der Sprachgebrauch ein helles und ungesättigtes Rot. Das Wort ist zweifellos hergenommen von der Farbe der Rosen, und zwar von der der verbreitetsten Sorte, der hellen. Man betrachte am Farbenkreisel eine Scheibe von gesättigtem Rot, man ersetze alsdann eine Anzahl von Graden durch Schwarz und man lege sich die Frage vor, ob man zu der Behauptung geneigt wäre, daſs sich das ursprünglich gesättigte Rot durch die Zumischung von Schwarz in „Rosa" verwandelt habe. Nach meinem Sprachgefühl wenigstens ist für die Anwendung des Wortes „Rosa" die relativ beträchtliche Helligkeit nicht minder wesentlich, wie der Mangel an Sättigung. Die bei anderen Gelegenheiten hervortretende Sorgfalt des Patienten bei der Beschreibung seiner Wahrnehmungen läſst erwarten, daſs er auch in diesem Falle einen adäquateren Ausdruck gefunden haben würde.

Vom Standpunkt der „Hypothese β" stöſst das Verständnis der Verwandlung des „Rot" in „Rosa" auf keine Schwierigkeiten. Die auffälligste Veränderung, welche ein farbiges Feld unter den das Kostersche Phänomen auslösenden Bedingungen erfährt, ist die Änderung der Sättigung. Daſs die objektive Färbung der Scheibe in einem dunklen Rot bestanden habe, ist wenig wahrscheinlich. Gut gesättigte rote Papiere sind stets verhältnismäſsig hell. Ungesättigter Papiere wird sich zu Untersuchungszwecken von der Art des vorliegenden kein Einsichtiger bedienen. Auch sollte durch den schwarzen Hintergrund, dessen Verwendung betont wird, die Eindringlichkeit der Scheibe offenbar gehoben werden, ein Umstand, der gleichfalls auf nicht zu geringe Helligkeit des dargebotenen Objektes hinweist; im Falle einer dunkelroten Scheibe wäre ein weiſser Hintergrund zweckmäſsiger gewesen.

Bei der Kritik der „Hypothese α" waren wir genötigt, auf regionale Verschiedenheiten des Farbenkontrastes hinzuweisen. Man könnte darum die Frage stellen, ob nicht die regionalen Verschiedenheiten der Kontrastwirkung vielleicht sogar zur Erklärung des Unterschieds, welcher dem Patienten bei Vergleichung des „Trugbildes" mit dem „natürlichen" Bilde auffällt, hinreicht. Für die Schilderung des „natürlichen" Bildes ist ja stets die Betrachtung mit einer bestimmten Stelle der Netzhautperipherie, für die Beschreibung des „Trugbildes" dagegen diejenige mit der Fovea maſsgebend. Regionale Verschiedenheiten in der Kontrastwirkung, wie im funktionellen Verhalten jener beiden Netzhaut-

stellen überhaupt, könnten darum für jenen Unterschied im Aussehen sehr wohl verantwortlich sein.

Allerdings bezieht sich die (S. 313) angeführte Beobachtung FECHNERS und seiner Versuchspersonen nur auf den Farbenkontrast im engeren Sinne. Lediglich, wenn auch die Erscheinung des Helligkeitskontrastes im indirekten Sehen einen relativ höheren Grad besäfse als im direkten, liefse sich die Beobachtung des Patienten, dafs ein weifses Objekt auf schwarzem Grund im „natürlichen" Bilde reiner weifs, ein schwarzes Objekt auf weifsem Grunde tiefer schwarz erscheint als im „Trugbilde", mit Hilfe regionaler Verschiedenheiten der Kontrastwirkung erklären. Nun ist schon von vornherein wahrscheinlich, dafs die angedeutete, für den Farbenkontrast im engeren Sinne festgestellte Gesetzmäfsigkeit auch vom Helligkeitskontrast gelten werde. In der Tat hat L. HERMANN [1] ganz unabhängig von FECHNER auf Grund einer den Helligkeitskontrast betreffenden Beobachtung gleichfalls die Überlegenheit des indirekten Sehens gegenüber dem direkten in der genannten Hinsicht behauptet. Dieser Forscher fand nämlich, dafs die Stäbe einer weifsen Gitterzeichnung an den Kreuzungspunkten minder hell erscheinen. Dieses Verhalten sei zwar im indirekten, nicht aber im direkten Sehen deutlich. TSCHERMAK schliefst sich in seinem Referat „Über Kontrast und Irradiation" [2] der Deutung, welche H. seiner Beobachtung gibt, an. — Der „Hypothese β" erwächst somit eine Konkurrentin, welche die zu erklärenden Erscheinungen lediglich auf die regionalen Verschiedenheiten im funktionellen Verhalten der Netzhautelemente zurückführt. Wir bezeichnen diese Hypothese als „Hypothese γ".

Bei näherer Betrachtung erweist sich jedoch die „Hypothese γ" als haltlos. Wir gelangen zu dieser Einsicht durch folgende Erwägungen.

Wenn auch die Kontrastwirkung auf der Netzhautperipherie relativ stärker ist als im Gebiete der Fovea, so folgt daraus noch keineswegs, dafs bei indirekter Betrachtung ein schwarzes Objekt auf weifsem Grunde tiefer schwarz, ein weifses Objekt auf schwarzem Grunde reiner weifs erscheinen müsse als bei direkter Betrachtung. Die Empfindung, welche ein Element der Netzhaut

[1] Die Erscheinungen simultanen Kontrastes. *Pflügers Arch.* 3, S. 13f.

[2] Ergebn. der Physiol. Jahrg. 2, Abt. 2. 1903.

vermittelt, ist ja nicht nur eine Funktion der Wechselwirkung der Netzhautstellen und ihres Grades, sondern sie hängt auch, und zwar in allererster Linie, von der Beschaffenheit und der Reaktionsweise des an der gereizten Stelle selbst befindlichen Aufnahmeorgans ab. Daher vermögen nicht die oben aus den Tatsachen der regionalen Verschiedenheit der Kontrastwirkung gezogenen Schlüsse, sondern lediglich Versuche über das Aussehen von Objekten, die, der schwarz-weifsen Empfindungsreihe angehörig, auf einem Grund von anderer Helligkeit angebracht sind und bald direkt, bald indirekt betrachtet werden, die Frage zu entscheiden, ob bei den genannten beiden Verhaltungsweisen ein Unterschied im Aussehen jener Objekte in Erscheinung tritt. Über das Ergebnis derartiger Versuche berichtet Fechner mit folgenden Worten: „Der in Versuchen mit den seitlichen Teilen „des Gesichtsfeldes so geübte Aubert hat auf meine Bitte eine „dergleichen Versuchsreihe angestellt, wobei er die indirekte Be- „trachtung jedesmal mit 25° Abweichung vom Zentrum vornahm. „Er fand die direkte Betrachtung allgemein im Vorteil gegen jede „Richtung des indirekten Sehens.“ [1]

Schon hierdurch kann „Hypothese γ“ als widerlegt gelten. Gänzlich unmöglich ist es dieser Hypothese ferner, die gröfsere Sättigung des „natürlichen“ Bildes im Vergleich zum „Trugbilde“ zu erklären. Ich habe rote Felder von verschiedener Gröfse und Sättigung, welche auf Tuchschwarz angebracht waren, bald direkt, bald indirekt betrachtet, wobei auch die Exzentrizität der Betrachtung variiert wurde. Niemals erschien mir das farbige Feld bei indirekter Betrachtung deutlich gesättigter als bei direkter. Man kann vielleicht einwenden, dafs aus solchen von einem Normalen angestellten Beobachtungen über das funktionelle Verhalten der Netzhautelemente keine Schlüsse auf den Fall Sturm gezogen werden dürfen. Denn gesetzt auch, die Reaktionsweise der exzentrischen Netzhautelemente würde, falls alle übrigen Bedingungen in den verglichenen Fällen dieselben wären, zu einer gesättigteren Farbenempfindung Anlafs geben, als die Fovea, so brauchte diese Überlegenheit des indirekten Sehens bei Versuchen von der angeführten Art doch nicht notwendig in Erscheinung zu treten, weil jene Überlegenheit der Peripherie hier unter dem Einflufs des K. G. wiederum aufgehoben oder sogar

---

[1] l. c. S. 373f.; vgl. auch Aubert, Physiol. d. Netzhaut. Breslau 1865.

in ihr Gegenteil verkehrt sein könnte. Gesetzt nun, die Benachteiligung, welche sich bei der erwähnten Beobachtung eines Normalen ergibt, wäre lediglich auf die Wirksamkeit des K. G. zurückzuführen — das indirekt gesehene Objekt fällt ja hier nicht mit dem Orte des Aufmerksamkeitszentrums zusammen — so könnte eine etwa vorhandene physiologische Überlegenheit des indirekten Sehens im B.schen Falle trotzdem rein und in unparalysierter Form in Erscheinung treten, weil ja hier der der Pseudomakula entsprechende Ort des Sehraums mit dem Ort des Aufmerksamkeitszentrums koinzidiert. Nun sahen wir uns aber durch die Versuche AUBERTS über die Unterschiedsempfindlichkeit für Farben im indirekten Sehen (S. 10 und 107 f.), sowie durch unsere eigenen Versuche bei instantaner Exposition (S. 67 ff. und 105 f.) zu der Annahme genötigt, dafs beim Normalen für kurze Augenblicke eine Verlegung des Aufmerksamkeitszentrums nach einem einer exzentrischen Stelle der Netzhaut entsprechenden Orte des Sehraums sehr wohl möglich ist. Ich richtete daher mein Augenmerk bei jenen Beobachtungen auch darauf, ob das seitlich gelegene farbige Feld durch angestrengte lokale Konzentration der Aufmerksamkeit wenigstens für Momente auf einen höheren Grad der Sättigung gebracht werden kann als derjenigen, welche es bei der — teils unmittelbar vorhergegangenen, teils unmittelbar nachfolgenden — direkten Betrachtung zu besitzen scheint. Auch bei Anwendung dieser Vorsichtsmafsregel konnte eine deutliche Überlegenheit des indirekten Sehens niemals konstatiert werden. — Die „Hypothese γ“ mufs sich angesichts dieser Tatsache für geschlagen erklären.

Endlich läfst sich ihre Undurchführbarkeit noch auf einem dritten Wege erweisen. Die „Güte“ des „natürlichen“ Bildes, bestehend in seiner besseren Helligkeits- und Farbendifferenzierung, nimmt im selben Verhältnis ab, als sich die Aufmerksamkeit mit der Zeit dem „Trugbilde“ stärker zuzuwenden lernt. So selbstverständlich diese Erscheinung ist, wenn man der Erklärung des Unterschieds im Aussehen der beiden Bilder das K. G. zugrunde legt, so schwer vereinbar ist sie mit jeder Deutung, welche sich auf die funktionelle Verschiedenheit der exzentrischen Aufnahmeapparate gegenüber den makularen beruft.

III. Abschnitt.

Zur Psychophysik des Sehraums. (Theoretische Bedeutung des Zweikomponentensatzes.)

§ 1.

Die Physik der Neuzeit hat sich von Anbeginn an von dem Prinzip leiten lassen, dafs für Naturwirkungen derselben Art die gleichen Ursachen gelten. Der menschliche Geist setzt ein starkes Vertrauen in die Einfachheit der Natur.

Weil die Empfindung, welche man bei Vereinigung der Spektralfarben erhält, derjenigen gleicht, welche das in natürlicher Weise auf das Auge einwirkende Himmelslicht auslöst, darum war das farblose Licht als eine Vereinigung der farbigen Strahlen zu deuten.

Wohl haben sich jene Gleichheiten, an deren Konstatierung der Fortschritt der Wissenschaft geknüpft ist, aus dem sinnfälligen Gebiet der Empfindung vielfach in unsinnlichere Regionen zurückgezogen. Wenn die Weltanschauung der modernen Physik zuweilen in gewissen Grundüberzeugungen zur Ideenlehre Platos zurückkehrt, wenn moderne Forscher, wie Poincaré, die objektive Wirklichkeit nur in den durch die Differentialgleichungen ausgedrückten Beziehungen der Dinge sehen, so gründet sich diese Wandlung der Ansichten auf die Tatsache, dafs wir auf Grund des gleichen Baues der Differentialgleichungen Naturvorgänge als wesensgleich anzusehen haben, welche nicht im entferntesten eine gleichartige Reaktion im Gebiet der Empfindung auslösen, und dafs andererseits, wie die Psychophysik lehrt, verschiedene Naturvorgänge übereinstimmende Empfindungen zu erwecken vermögen.

Dieses Auseinanderfallen von Gleichheit in sinnlicher und unsinnlicher Beziehung hat seinen Grund in der Tatsache, dafs unsere Empfindungen nicht nur eine Funktion der uns umgebenden Naturvorgänge, sondern gleichzeitig eine Funktion der in uns

selbst ablaufenden physiologischen Vorgänge sind. Überall jedoch, wo wir eine Verschiedenheit der physiologischen Vorgänge anzunehmen keinen Grund haben, wie bei dem genannten Fundamentalversuch der physikalischen Optik, sind wir von der Gültigkeit des Prinzipes in seiner naiveren Gestalt überzeugt. Auf das Recht dieser Überzeugung gründet sich die Möglichkeit des physikalischen Experimentes.

Die Psychophysik hat sich bei ihrem Eintritt in den Kreis der methodisch verfahrenden Wissenschaften alsbald von einem jener eben gekennzeichneten Forschungsmaxime sehr verwandten Prinzip leiten lassen. Der ausdrücklichen Formulierung dieses Prinzips begegnen wir zuerst bei MACH.[1] Dieser Forscher bringt jenes „heuristische Prinzip" der psychophysischen Forschung in folgenden Worten zum Ausdruck. „Jedem Psychischen entspricht „ein Physisches und umgekehrt. Gleichen psychischen Prozessen „entsprechen gleiche physische, ungleichen ungleiche. Wenn ein „psychischer Vorgang sich auf rein psychologischem Wege in eine „Mehrheit von Qualitäten a b c auflösen läfst, so entsprechen „diesen eine ebenso grofse Zahl verschiedener physischer Prozesse α, β, γ. Allen Details des Psychischen korrespondieren „Details des Physischen." Ausgedehnten und erfolgreichen Gebrauch hat von diesem Prinzip dann besonders HERING gemacht, welcher den in den Worten MACHS ausgedrückten Gedanken nicht nur als ein „heuristisches Prinzip der psychophysischen Forschung" aufgefafst wissen will, sondern demselben einen weit höheren Rang zuschreibt, indem er dieses Prinzip als die „Grundvoraussetzung", „die conditio sine qua non aller solchen Forschung, „wenn sie Früchte tragen soll", bezeichnet. (Die Lehre vom Lichtsinn.)

Allein selbst HERING glaubt jenem Prinzip die auf seine Lehre von der Schwarz-Weifs-Empfindung begründete Beschränkung hinzufügen zu müssen, dafs psychophysische Prozesse von sehr verschiedener Gröfse dieselbe Empfindung geben können „weil es überall nicht auf die absolute „Gröfse dieser Prozesse, sondern „lediglich auf ihr gegenseitiges Verhältnis ankommt". G. E. MÜLLER sah sich genötigt, diese von dem hochverehrten Forscher hinzugefügte Klausel wiederum fallen zu lassen, da eine allen Tatsachen gerechtwerdende und von Widersprüchen gereinigte Lehre

[1] Über die Wirkung der räumlichen Verteilung des Lichtreizes auf die Netzhaut. Sitzungsber. der Wiener Akad. Math.-phys. Kl., 1868, Bd. 52.

von der Schwarz-Weifs-Empfindung zu einer solchen Beschränkung keinen Anlafs gebe.

Überall, wo wir einer Gleichheit von Empfindungen zu begegnen glauben, werden wir daher von vornherein eine Gleichheit der psychophysischen Prozesse vermuten. Freilich auch n u r vermuten; denn auch jene Forscher, welche, wie G. E. Müller, jenes Prinzip als ein Axiom der Psychophysik bezeichnen, sind weit davon entfernt, ihm Denknotwendigkeit oder den Charakter eines Gesetzes a priori im Sinne von Kant zuzuschreiben; auch sie sehen in diesem Satze lediglich eine sehr allgemeine Hypothese, welche bei jeder Anwendung in einem neuen Gebiete der experimentellen Nachprüfung bedarf, die zu entscheiden sucht, ob die aus den psychophysischen Axiomen auf theoretischem Wege abgeleiteten Folgerungen mit den Tatsachen übereinstimmen.

Die psychophysischen Axiome gleichen in dieser Hinsicht den allgemeinsten Prinzipien der Physik, etwa demjenigen von der Erhaltung der Energie, welches ja auch einerseits ein mächtiges und viel verwandtes Instrument der Forschung darstellt, andererseits aber oft nur mit dem höchsten Aufgebot theoretischen Scharfsinns und experimenteller Findigkeit gegenüber dem anfangs scheinbar spröden Charakter der Phänomene zum Siege geführt werden konnte.

Wir werden im weiteren Verlauf reichlich Gelegenheit haben, unsere Kräfte an dem Widerstand zu erproben, welchen die Tatsachen bei der ersten, wenig eindringenden Betrachtung der Anwendung der psychophysischen Axiome entgegenzubringen scheinen, so dafs man uns an dieser Stelle die Schilderung jener eigentümlichen Schwierigkeiten erlassen wird, welche bei der Handhabung der psychophysischen Axiome die gröfste Sorgfalt und das vorsichtigste Verfahren seitens des Psychophysikers erheischen.

Obwohl wir zu der Annahme kein Recht besitzen, dafs benachbarte Punkte der Netzhaut mit benachbarten Zellen der Sehsphäre in Verbindung stehen, so wird doch — trotz des sonstigen Widerstreites der hirnanatomischen Anschauungen — von keiner Seite bestritten, dafs bei Gröfsenzunahme des durch einen bestimmten Lichtreiz erregten Bezirkes der Netzhaut auch die Gröfse desjenigen Gebietes in der Sehsphäre zunimmt, in welchem die mittelbaren, im Sehnerven fortgeleiteten Wirkungen jenes Lichtreizes psychophysische Prozesse auslösen.

Betrachtet das Auge in unbewegtem Zustand zwei begrenzte farbige Flächen, welche verschiedene Ausdehnung besitzen und darum verschieden grofse Netzhautbilder liefern, so wird die von der ausgedehnteren Fläche herrührende Erregung eine gröfsere Anzahl von Zellen der Sehsphäre ergreifen als die von der kleinen Fläche ausgehende. Der gröfseren Fläche entspricht die gröfsere Zahl der von der Peripherie her erregten nervösen Elemente.

Wir nehmen an, die Gestalt der beiden Flächen sei geometrisch ähnlich, ihre Färbung homogen. Betrachten wir zuerst die gröfsere Fläche und ersetzen sie alsdann durch die kleinere, so haben wir den Eindruck einer Gröfsenverschiedenheit. Wir könnten nun den Eindruck derselben Gröfsenverschiedenheit auch dadurch hervorbringen, dafs wir zwar das Netzhautbild in seiner Gröfse unverändert lassen, aber auf irgend einem anderen Wege, sei es mit Hilfe einer Zerstreuungslinse, mittels ROLLETTscher Konvergenzplatten oder durch Atropin, Mikropsie von geeignetem Grade hervorbringen. Versuche von ISAKOWITZ[1], welcher den Grad der Verkleinerung mit zunehmender Dioptrienzahl der Linsen ermittelte, gründen sich auf die Tatsache, dafs wir von zwei Streifen, deren Netzhautbilder verschiedene Ausdehnung besitzen, annähernd gleiche Eindrücke erhalten können. Beginnen wir umgekehrt mit der Betrachtung der kleineren Fläche, so können wir trotz unveränderter Netzhautbilder die unter normalen Umständen von gröfseren Flächen hervorgerufene Wahrnehmung durch Makropsie erzeugen, welche freilich mit Hilfe von Instrumenten nur innerhalb engerer Grenzen erweckbar zu sein scheint.

Wir werden nun gemäfs unserem eingangs aufgestellten Prinzip vermuten, dafs bei Änderung der scheinbaren Gröfse, welche ja den gleichen Unterschied der Empfindungen hervorzubringen vermag wie die Änderung der wirklichen Gröfse, eine Änderung der psychophysischen Prozesse eintritt, welche derjenigen entspricht, die wir durch Änderung der wirklichen Gröfse hervorbringen.

Wie könnten wir nun diese Annahme auf ihre Richtigkeit prüfen?

Wenn wir einmal ein objektiv grofses, ein andermal ein ob-

---

[1] Messende Versuche über Mikropie durch Konkavgläser nebst Bemerkungen usw. *Arch. f. Ophthalm.* 66, 1907, S. 477.

jektiv kleines Netzhautbild erzeugen, und daher das eine Mal einen grofsen, das andere Mal einen kleinen Bezirk der Sehsphäre erregen, so ist in Anbetracht der aufserordentlichen Verkettung jedes psychophysischen Vorganges mit anderen derartigen Vorgängen von vornherein zu erwarten, dafs sich jene verschiedene Erregungsweise der Sehsphäre nicht allein darin äufsert, dafs das eine Mal ein grofser, das andere Mal ein kleiner Gegenstand wahrgenommen wird. Abgesehen von dieser Verschiedenheit der Wirkung, so läfst sich von vornherein vermuten, wird jene Verschiedenheit der Erregungsweise der Sehsphäre auch noch andere Verschiedenheiten im Gebiete der psychologischen, bzw. psychophysischen Nebenwirkungen nach sich ziehen.

Wir besäfsen ein Mittel zur Prüfung unserer Annahme, wenn sich feststellen liefse, dafs bei Darbietung von Gegenständen von verschiedener Gröfse in gleicher Entfernung, also bei Änderung des Netzhautbildes und hiermit zweifellos eintretender Gröfsenänderung des erregten Bezirkes der Sehsphäre, ganz bestimmte Nebenwirkungen einträten, deren nähere Beschaffenheit lediglich von der Gröfse des im Zentrum erregten Bezirkes abhängt, so dafs im Falle der Erregung eines kleinen Bezirkes jederzeit die Nebenwirkung *a*, bei Erregung eines grofsen Bezirkes jederzeit die Nebenwirkung *b* eintritt.

Ist unsere Hypothese richtig, so müfsten Nebenwirkungen von ganz derselben Art auftreten, wenn wir nicht die wirkliche Gröfse durch Änderung der Netzhautbilder variieren, sondern lediglich die scheinbare Gröfse ändern, die Gröfse der Netzhautbilder aber konstant erhalten.

Einerseits besteht nun eine relative Intoleranz der Aufmerksamkeit gegenüber optischen Erregungen, welche infolge zu beträchtlicher Gröfse des Netzhautbildes einen zu ausgedehnten Bezirk im Zentralorgan in Aktion zu versetzen streben. Andererseits aber besteht, wie die experimentelle Analyse des Aubert-Foersterschen Phänomens erwiesen hat, eine Intoleranz der Aufmerksamkeit nicht nur hinsichtlich zu beträchtlicher Netzhautbildgröfse, sondern auch hinsichtlich zu bedeutender scheinbarer Gröfse der Objekte, insofern als die Aufmerksamkeit zwar einen scheinbar kleinen, nicht aber einen scheinbar grofsen Bezirk des Sehraums simultan zu erfassen vermag, obwohl das Netzhautbild beider Bezirke gleich grofs und überhaupt in jeder Beziehung gleich beschaffen sein kann. Man wird also zu der

Annahme berechtigt sein, daſs der in Erregung versetzte Bezirk der Sehsphäre nicht nur dann an Gröſse zunimmt, wenn das Netzhautbild vergröſsert wird, sondern auch dann, wenn lediglich die scheinbare Gröſse des Objektes wächst, das Netzhautbild hingegen konstant bleibt.

Die relative Intoleranz der Aufmerksamkeit gegenüber zu bedeutender Netzhautbildgröſse zeigt sich z. B. in dem mehrfach erwähnten Versuche von Helmholtz; bei diesem Versuche vermochte ja der Beobachter während des kurzen Augenblickes der Exposition immer nur einen kleinen Bezirk des dargebotenen Objektes, auf welchen er zuvor seine Aufmerksamkeit konzentriert hatte, in maximaler Klarheit zu sehen, während die übrigen Teile des Gesichtsfeldes, welche ein ebenso deutliches Netzhautbild lieferten, differenzierte Empfindungen gleichwohl nicht erzeugten. Die Lehre, daſs jene Beobachtung durch eine eigentümliche Funktionsweise des peripheren Sinnesorgans bedingt sei, muſsten wir zurückweisen.

Die Anschauung von Helmholtz, daſs es sich um eine zentrale Erscheinung handelt, konnte bisher nicht erschüttert werden. Wir vermögen in einem kurzen Augenblick nur ein solches Objekt deutlich zu sehen, dessen Netzhautbild nur einen sehr kleinen Bezirk der Netzhaut bedeckt und daher auch einen verhältnismäſsig nur sehr kleinen Teil der Sehsphäre erregt. Da nun die Erscheinung nicht peripheren, sondern zentralen Ursprungs ist, so muſs dieses letztere Moment die eigentliche Ursache der Erscheinung sein, während dem erstgenannten nur mittelbare, auslösende Bedeutung zukommt.

Daſs wir Objekte, deren Bilder auf der Netzhaut einen gröſseren Abstand voneinander besitzen, nicht gleichzeitig zu überschauen vermögen, geht auch aus einer nach Mach's Angabe von Dvořák durchgeführten Versuchsreihe hervor.[1] Das mit Aufmerksamkeit fixierte Objekt kann hiernach, selbst bei einer wirklichen Verspätung von $^1/_6$—$^1/_8$ Sekunden, früher erscheinen als das indirekt gesehene.

Im gleichen Sinne spricht ein Versuch von Mach (Dvořák l. c.;

[1] Dvořák, Über Analoga der persönlichen Differenz zwischen beiden Augen und den Netzhautstellen desselben Auges. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. Math.-nat. Klasse, 8. März 1872. — E. Mach, Die Analyse der Empfindungen. 2. Aufl. Jena 1900, S. 162.

Mach l. c.). Zwei intensiv rote Quadrate von 2 cm Seite und 8 cm Abstand auf schwarzem Grunde werden in völliger Dunkelheit durch einen für das Auge verdeckten elektrischen Funken beleuchtet. Das direkt gesehene Quadrat erscheint rot, das indirekt gesehene grün, und zwar oft intensiv. Das indirekt gesehene Quadrat befindet sich also in dem Augenblicke, in welchem es zur Wahrnehmung gelangt, schon im Stadium des negativen Nachbildes.

Die Schlufsweisen, welche zu unserer Ansicht über die psychophysische Repräsentation der scheinbaren Gröfse führen, sind ganz unabhängig davon, ob man die Existenz eines besonderen Apperzeptionszentrums annimmt oder ob man irgend einer anderen Ansicht über das Wesen der Aufmerksamkeit huldigt. Wer die Existenz eines Apperzeptionszentrums für wahrscheinlich hält, kann annehmen, dafs dieses Organ in einem bestimmten Augenblick nur die aus einer begrenzten Anzahl von Zellen der Sehsphäre einströmenden Erregungen zu verarbeiten vermag; wer die Existenz eines solchen Apperzeptionszentrum für nicht erwiesen erachtet, hat anzunehmen, dafs die Sehsphäre selbst Empfindungen von maximaler Klarheit nicht mehr zu liefern vermag, wenn eine zu grofse Anzahl ihrer Zellen gleichzeitig in Erregung versetzt wird.

Wie die Tatsache in letzterem Falle zu erklären wäre, darum bekümmern wir uns vorläufig nicht. Jedenfalls kehren sowohl auf höheren wie auf noch niedereren Gebieten ähnliche Verhältnisse wieder. Auch von Phantasievorstellungen ist uns in einem bestimmten Momente immer nur eine bestimmte Anzahl gegenwärtig. Zwar scheint die Lehre von den Erinnerungszellen, nach der jede Vorstellung ihren Sitz in einer bestimmten Zelle hat, allgemein und wohl mit Recht, aufgegeben zu sein. Jedenfalls haben wir, gleichgültig, ob die psycho-physischen Prozesse von der materiellen Seite her gesehen chemischer oder elektrischer Natur sind, anzunehmen, dafs sich die Prozesse, welche den gleichzeitig im Bewufstsein gegenwärtigen Vorstellungen entsprechen, nicht an identischen Stellen des Zentralorgans, sondern in räumlich — wenn auch noch so wenig — voneinander getrennten Gebieten abspielen. Angenommen nämlich, eine Vorstellung „a“ tauche gleichzeitig mit einer Vorstellung „b“ im Bewufstsein auf, und die materiellen Parallelvorgänge dieser beiden Vorstellungen spielten sich an derselben Stelle des Zentralorgans ab, so wäre es als ein reines Wunder anzusehen, dafs die Vorstellung „a“, wenn sie ein andermal gleichzeitig mit einer anderen Vorstellung „c“ auftaucht — die entsprechenden Parallelprozesse sollen sich wieder an ein- und derselben Stelle des Zentralorgans abspielen — wiedererkannt und mit der früher dagewesenen Vorstellung „a“ identifiziert werden kann. Denn es ist wohl ganz undenkbar, dafs die

Parallelprozesse von „b“ und „c“, falls sie sich mit denjenigen von „a“ an der gleichen Stelle abspielten, die letztgenannten Prozesse nicht ganz wesentlich beeinflussen, die Vorstellung „a“ nicht in sehr erheblicher Weise verändern sollten. Diese Annahme erscheint mir wenigstens unausweichlich, gleichgültig, ob die psychophysischen Prozesse chemischer oder elektrischer Natur sind. Nun kommt aber der Fall fast niemals vor, dafs die Vorstellung „a“ bei ihrem zweitmaligen Auftauchen ausschliefslich von denselben Vorstellungen zeitlich begleitet wird, die mit ihr auch bei ihrem ersten Auftreten gleichzeitig im Bewufstsein da waren. Spielten sich gleichzeitig auftauchende Vorstellungen nicht an verschiedenen Stellen des Zentralorgans ab, so wäre es in der Tat höchst wunderbar, dafs es überhaupt jemals zu einem Wiedererkennen einer Vorstellung kommt.

Es entspricht ganz den Erwartungen, welche man auf Grund dieser Erwägungen einerseits, auf Grund des Kosterschen und des Aubert-Foersterschen Gesetzes andererseits, hegen wird, wenn man erfährt, dafs die allgemeine geistige Leistungsfähigkeit im Zustande des eingeengten Bewufstseins erhöht ist,[1] sowie dafs die Erinnerungsbilder hier eine gröfsere, oft halluzinatorische Deutlichkeit besitzen. Die Versuchspersonen können sich einen gehörten Ton viel besser ins Gedächtnis zurückrufen als im Wachen;[2] Individuen, welche bei der Nennung von Gegenstandsbezeichnungen im Wachen keine visuellen Vorstellungsbilder zu haben angeben, nehmen solche nun mit sinnlicher Lebhaftigkeit wahr.

Aber auch im Gebiete der Empfindungen ist die Deutlichkeit erhöht. „Die Nachbilder sind von längerer Dauer.“[3] Endlich scheinen Phänomene aufzutreten, welche denjenigen, über die das K. G. Rechenschaft gibt, ziemlich genau entsprechen. „Sobald meine Aufmerksamkeit durch den „Experimentator auf einen sinnlichen Eindruck gelenkt wird, habe ich „diesen Eindruck lebhafter und klarer als im Wachen.“[3]

Ferner ist an die Tatsache zu erinnern, dafs eine gleiche Wechselwirkung auch zwischen rein geistigen und motorischen Prozessen besteht. „Das Fäusteballen und Aufstampfen mit dem Fufse trägt bei zum Ver„rauchen des Zornes; der Tränen vergeblicher Lauf bewirkt doch Linderung „des Kummers“ . . . „Die Hexen sangen auf der Folter. Lastentragen oder „Holzhacken verträgt sich nicht mit tiefem Nachdenken. Man geht spazieren „und unterhält sich dabei mit einem Freunde. Aber je schneller der Gang, „desto einsilbiger wird das Gespräch, und umgekehrt, je schwieriger der „Gedankengang des Gesprächs, desto langsamer der Gang, bis die Unter„redenden schliefslich, um ordentlich aufeinander los zu argumentieren, „völlig stehen bleiben.“ (Ebbinghaus, Grundzüge der Psychol. 1902, S. 572.) So spielt denn auch die Annahme, dafs sich ungleichartige, an verschiedenen

---

[1] N. Ach, Über geistige Leistungsfähigkeit im Zustand des eingeengten Bewufstseins. *Zeitschr. f. Hypnotismus* 9, 1899.

[2] O. Vogt, Die direkte psychologische Experimentalmethode in hypnotischen Bewufstseinszuständen. *Zeitschr. f. Hypnotismus* 5, 1897.

[3] O. Vogt, l. c. S. 205.

Stellen des Zentralorgans ablaufende Prozesse wechselseitig stören, in der neuesten Theorie der Aufmerksamkeit, derjenigen von Ebbinghaus, eine wichtige Rolle.

Die gleichen Nebenwirkungen treten, wie wir sahen, auf, wenn wir bei unverändertem Netzhautbild die scheinbare Gröfse ändern. Die Aufmerksamkeit besitzt die gleiche Intoleranz gegenüber zu bedeutender scheinbarer Gröfse der Objekte wie gegenüber zu beträchtlicher Netzhautbildgröfse.

Das Kostersche Phänomen lehrt mit Bestimmtheit, — dies mufs mit besonderem Nachdruck betont werden — dafs in zwei Fällen, welche dadurch charakterisiert sind, dafs zwei Objekte die gleichen Netzhautbilder liefern, aber in verschiedener scheinbarer Gröfse erscheinen, nicht etwa die „reine“ oder, wie man gelegentlich auch sagt, die „primäre“ Empfindung, gleich ist, und dafs sich jene beiden Fälle keineswegs nur durch das Hinzutreten eines verschiedenen Erlebnisses von „Urteils“-Charakter unterscheiden. Auch die „reinen“ Empfindungen erfahren, insbesondere hinsichtlich Helligkeit und Sättigung, bei Änderung der scheinbaren Gröfse eine Modifikation. Daher mufs auch das materielle Korrelat schon der „primären“ Empfindung in zwei Fällen der genannten Art verschieden sein. Es ist aber kaum einzusehen, worauf anders diese Verschiedenheit der Korrelate der „primären“ Empfindungen beruhen soll, als darauf, dafs die Erregung in beiden Fällen im Zentralorgan eine verschieden weite Ausbreitung erfährt. Indem wir den Nachweis erbringen werden (S. 340 f.), dafs die qualitative Verschiedenheit der „primären“ Empfindung, welche man nach neueren und plausibel erscheinenden Anschauungen [1] bei verschieden grofser Ausbreitung einer von gleichen Netzhautbildern herrührenden Erregung im Zentralorgan erwarten würde, gerade mit der vom Kosterschen Satze tatsächlich konstatierten übereinstimmt, werden wir eine weitere Stütze [2] für die Annahme einer verschieden grofsen Ausbreitung der Erregung im Falle verschiedener scheinbarer Gröfse der Objekte beibringen.

---

[1] Aufmerksamkeitstheorie von Ebbinghaus.

[2] In Anbetracht der hypothetischen Natur unserer Vorstellungen vom Wesen der Aufmerksamkeit kann nur von einer weiteren „Stütze“, nicht von einem neuen „Beweis“ gesprochen werden.

§ 2.

Wir haben nun zuzusehen, ob die Hirnanatomie gegen die Hypothese des vorigen Paragraphen Einwände erhebt.

Wenn jeder Aufnahmeapparat nur mit einer bestimmten, sehr kleinen Stelle der Sehsphäre in fester und unveränderlicher Verbindung stünde („insulare Vertretung"), so wäre schwer zu begreifen, wie infolge der Gedächtnisgröfse — also unter dem Einflufs der Erfahrung — derselbe Netzhautbezirk die Fähigkeit erlangen sollte, seine Erregungen im Falle eines scheinbar grofsen Gegenstandes über ausgedehntere Bezirke der Sehsphäre zu ergiefsen. Diese Möglichkeit besteht hingegen sehr wohl, wenn die Aufnahmeapparate mit relativ sehr ausgedehnten Bezirken der Sehsphäre in Verbindung stehen; wenn die Anschlüsse so reich angelegt sind, dafs bei Reizung eines bestimmten Aufnahmeapparates nicht jederzeit alle von ihm zur Sehsphäre laufenden Bahnen in Aktion treten müssen, wenn vielmehr ein Reservevorrat von Bahnen vorhanden ist, welcher nur bei scheinbar grofsen Objekten, also infolge irgendwelcher Vermittlung von Erfahrungseinflüssen in Aktion tritt, und für diesen Fall eine stärkere Ausbreitung der Erregung über die Hirnrinde ermöglicht.

Die Lehre von der inselförmigen Vertretung der Netzhautgebiete, speziell der Makula, wird in der Gegenwart in ausgeführterer Form besonders von Henschen[1] vertreten. Henschen stützt seine Ansicht vor allem auf ein Exklusionsverfahren. Bei den Sehstörungen zentralen Urspungs, bei welchen das Sehvermögen nicht völlig aufgehoben ist, bleibt bekanntlich die Makula funktionstüchtig [zuweilen sie ausschliefslich, wie in dem berühmten Foersterschen Falle (Foerster l. c.)]; die Sehschärfe kann in ihrem Bereich herabgesetzt sein. Da nun Henschen in einigen derartigen Fällen in übereinstimmender Weise die vordere Partie der Calcarinarinde unversehrt fand, so nimmt er diese Region als Repräsentationsbezirk der Makula an. Hiermit

[1] Rapport sur le centre cortical de la vision. XIIIe Congr. internat. de méd. Paris 1900. Sect. d'ophth. Compt. rend. S. 232. — S. E. Henschen, Klin. u. anat. Beitr. zur Pathol. des Gehirns. Bd. 1—3. Upsala 1890—92. (Das letztere Werk zit. nach v. Monakow, Erg. der Physiol. Jahrg. I. Abt. II. 1902, S. 555.)

scheint jedoch der Befund von H. SACHS nicht zu stimmen, welcher im Gehirn des FOERSTERschen Rindenblinden bei der anatomischen Durchforschung die von HENSCHEN angegebene Stelle zerstört, dagegen einen anderen Bezirk in der hinteren Partie der Fiss. calcar. erhalten fand.[1] Die Fälle von FOERSTER und HENSCHEN lehren demnach, wie von MONAKOW (l. c.) und BERNHEIMER[2] übereinstimmend hervorheben, nur das Eine, dafs die Makula weder in der vorderen noch in der hinteren Partie der Fossa calcar. allein vertreten sein kann.

Ein Versuch, die auch von ihm seinerzeit vertretene Lehre von der insulären Vertretung der Makula mit der merkwürdigen und zu jener Ansicht schlecht stimmenden Tatsache ihrer funktionellen Sonderstellung auf theoretischem Wege in Einklang zu bringen, rührt von FOERSTER her (l. c.). FOERSTER nimmt hypothetisch an, dafs der Makulabezirk nicht nur durch das Hauptgefäfs, welches den Hinterhautlappen mit Blut versorgt, sondern noch durch eine zweite Arterie gespeist werde. Tritt dann infolge Verstopfung oder Zirkulationsstörung jenes Hauptgefäfses die übrige Sehsphäre aufser Funktion, so kann sich doch die Rinde der Makula infolge ihrer doppelten Versorgung in relativ gutem Ernährungs- und Funktionszustande befinden. — Diese Hypothese scheint gegenwärtig nicht mehr ernstlich in Betracht zu kommen; denn es ist bisher niemandem gelungen, die doppelte Blutversorgung der Calcarinarinde anatomisch nachzuweisen (BERNHEIMER l. c.).

WILBRAND[3] stellte die Ansicht auf, dafs jeder Punkt der Makula, im Gegensatz zu denen der Peripherie, sowohl in der rechten wie in der linken Sehsphäre vertreten sei. Eine anatomische Bestätigung ist auch für diese Ansicht bisher nicht erbracht worden.

Während also die klinisch-anatomischen Methoden die Richtigkeit der strengen Projektionstheorie zwar unwahrscheinlich erscheinen lassen, aber immerhin noch einen weiten Spielraum der Ansichten gestatten, läfst sich jene Theorie mit den von

---

[1] Das Gehirn des FOERSTERschen Rindenblinden. Arb. aus d. psych. Klin. Breslau, 1895.

[2] Die kortikalen Sehzentren. Referat im Auftr. des intern. Kongr. Paris 1900. Wien. Klin. Wochenschr. 1900 Nr. 42.

[3] Die Doppelversorgung der Makula lutea etc. Festschr. f. R. FOERSTER, 1895.

einer ganzen Reihe von Forschern auf experimentell-anatomischem und -physiologischem Wege in übereinstimmender Weise gefundenen Tatsachen wohl überhaupt nicht in Einklang bringen.

Nachdem schon B. v. GUDDEN [1] zu ähnlichen Resultaten gekommen war, lehrten in besonders eingehender Weise die hauptsächlich nach der Degenerationsmethode durchgeführten Untersuchungen von v. MONAKOW [2], daſs die Sehnervenfasern nach ihrer Kreuzung sämtlich in den primären optischen Zentren ihr vorläufiges Ende finden. Ferner treten die Sehnervenfasern, ins corp. gen. ext. gelangt, nicht direkt an die die Weiterleitung nach dem Groſshirn vermittelnden Ganglienzellen heran; zwischen diese Ganglienzellen und die Endbäumchen der Sehnervenfasern sind Zellen von besonderem Charakter eingeschaltet [„Schaltzellen" (v. MONAKOW); „Zellen vom 2. Typus GOLGIS"], Zellen, deren Achsenzylinder überhaupt zu keiner markhaltigen Faser wird, sondern sich sofort nach seinem Austritt in auſserordentlich zahlreiche und feine Ästchen verzweigt. Indem diese feinsten Ästchen wie benachbarte Baumkronen durcheinandergreifen, bieten sie einen netzförmigen Anblick und bilden sog. „Nervennetze" („GOLGI-Netze").

Durch diese Schaltzellen ist nach v. MONAKOWS Vermutung jede eintretende Nervenfaser mit einer groſsen Zahl von Ganglienzellen verbunden. Die Vermutung v. MONAKOWS erhielt eine Bestätigung durch die Entdeckung BERNHEIMERS, daſs die Ursprungszellen der Sehstrahlung im corp. gen. ext. in gröſserer Anzahl vorhanden sind, als die der daselbst endigenden Nervenfasern. Die schon hierdurch gewährleisteten vielseitigen Fortleitungsmöglichkeiten werden durch die „Schaltzellen", deren Existenz auch von BERNHEIMER bestätigt werden konnte, noch vermehrt. Es darf demnach nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung als ausgeschlossen gelten, daſs die Fasern des Sehnerven mit nur je einer Ursprungszelle der Sehstrahlung verknüpft sind.

In seiner neuesten Gesamtdarstellung (Erg. d. Physiol. l. c.) sieht sich v. MONAKOW durch die Gesamtheit der auf klinisch- und experimentell-anatomischem Wege ermittelten Tatsachen zu dem Schlusse gedrängt, daſs zum mindesten für die Makula die

---

[1] Gesammelte u. hinterlassene Abhandlungen, Wiesbaden 1889.

[2] Experimentelle u. pathologisch-anat. Untersuchungen über die optischen Zentren und Bahnen etc. *Arch. f. Psychiatrie* **20, 23, 24.**

Existenz von Leitungsmöglichkeiten nach fast allen, vielleicht nach allen Teilen der Sehsphäre erwiesen ist.[1]

Freilich darf man eine Reihe anderer Tatsachen nicht übersehen, welche für bestimmte Netzhautgebiete, nämlich für diejenigen der Peripherie, ein relative Projektion wahrscheinlich machen.

MUNK[2] und OBREGIA[3] reizten beim Hunde verschiedene Teile der Sehsphäre mittels des faradischen Stromes. Bei Reizung der hinteren Teile der Sehsphäre erfolgten Augenbewegungen nach oben, bei Reizung der mittleren Partien wurde konjugierte Deviation nach der kontralateralen Seite beobachtet, bei Reizung in den vorderen Partien erfolgten Augenbewegungen nach unten. Diese Ergebnisse haben sich bei einer Wiederholung der Versuche durch BERGER[4] in allen Einzelheiten bestätigt. Das plötzliche erstaunte Aufblicken des Tieres, das alle Zeichen gespannter Aufmerksamkeit darbiete, während es eben noch ruhig, fast teilnahmlos dalag, lasse, so sagt BERGER, in dem Zuschauer an der MUNKschen

---

[1] Seit dem Erscheinen des Sammelreferats von v. MONAKOW haben WILBRAND u. SAENGER (Neurologie des Auges III, 1. S. 215) die Lehre von der inselförmigen Vertretung der Makula und von der strengen Retinaprojektion von neuem verteidigt. v. MONAKOW hält, wie aus der mit seiner Unterstützung durchgeführten Arbeit seines Schülers WEHRLI (*Arch. f. Ophth.* 62) ersichtlich ist, auch angesichts der WILBRANDschen Fälle an seiner ursprünglichen Lehre fest. Da jene Beobachtungen nicht durch Sektionsbefunde und mikroskopische Untersuchungen ergänzt sind, und da somit der Sitz, bzw. die Tiefe der Läsion, nicht mit Sicherheit zu erkennen ist, so vermag ihnen v. MONAKOW angesichts der schwerwiegenden Gegeninstanzen Beweiskraft nicht zuzuerkennen. Der in WILBRANDS späterer Veröffentlichung (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1907) neu hinzugekommene Fall hat sich im Anschluſs an eine Infektionskrankheit entwickelt, und er dürfte daher auch noch dem Einwand unterliegen, welchen WEHRLI gegen die Beobachtungen an Luetischen und Diabetischen erhoben hat. — Die endgültige Entscheidung der Frage liegt der Hirnanatomie ob. Die Ausführungen dieses Abschnitts erheben lediglich den Anspruch, eine beim gegenwärtigen Stande der Forschung annehmbare Hypothese zu sein. Wir verhehlen uns nicht, daſs die Psychologie den sicheren Boden der experimentellen und beobachtenden Analyse mit dem schwankenden der Hypothese vertauscht, sowie sie zu hirnphysiologischen Deutungen schreitet.

[2] Über die Funktionen der Groſshirnrinde, Berlin 1890. S. 293 ff.

[3] Über Augenbewegungen auf Sehsphärenreizung. *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1890. S. 260.

[4] Experimentelle Untersuchungen über die von der Sehsphäre aus ausgelösten Augenbewegungen. *Monatsschr. f. Psychiatr. u. Neurol.* 9, 1901.

Erklärung des Phänomens, wonach das Tier in einer bestimmten Richtung eine Gesichtshalluzination hat, einen Zweifel nicht aufkommen. Bei Wiederholung der Versuche nach Injektion von Morphin, welches nach den Erfahrungen am Menschen die Deutlichkeit von Halluzinationen herabsetzt, traten keine Augenbewegungen auf, während bei Reizung der motorischen Zentren Bewegungen stattfanden; ebenso bleiben die Augenbewegungen in mitteltiefer Narkose, bei welcher die motorischen Zentren noch auf den elektrischen Reiz ansprechen, aus; der Reizerfolg ist modifizierbar durch psychische Vorgänge des Tieres, namentlich durch Unruhe und Ängstlichkeit desselben, sowie durch zu grofse Schmerzhaftigkeit der Operation.

Es scheint demnach sichergestellt zu sein, dafs gewisse Partien der Netzhautperipherie zu bestimmten Teilen der Sehsphäre in engerer Beziehung stehen als zu anderen. So fügt denn auch v. Monakow seinen Ausführungen diese Einschränkung hinzu.

Man kann die Frage aufwerfen, ob angesichts dieser Tatsache die Anwendung des psychophysischen Axioms noch gestattet ist.

Wenn wir nämlich zwei gleiche Wahrnehmungen herstellen, indem wir das eine Mal eine gleichförmige begrenzte Fläche unter Mikropsie betrachten, das andere Mal eine wirkliche Verkleinerung der Fläche und darum des Netzhautbildes vornehmen, so nahmen wir ja Gleichheit der psychophysischen Prozesse an. Wenn wir Mikropsie erzeugen, so würden also die von den seitlichen Gebieten der Netzhaut her ausgelösten Erregungen nun Rindengebieten zugeführt werden, die vor dem Eintritt der Mikropsie nur von mehr zentral gelegenen Netzhautstellen aus erregt wurden.

Ganz das gleiche müfste eintreten, wenn man von der Betrachtung eines relativ fernen, also scheinbar grofsen Gegenstandes zu der eines relativ nahen, also scheinbar kleinen Gegenstandes übergeht, der dem ersteren geometrisch ähnlich sein und sich aufserdem auf denselben Punkten der Netzhaut abbilden soll.

Die von Munk inaugurierten Versuche lehren nun, dafs die Augenbewegungen von den sensorischen Feldern her innerviert werden. Wenn wir nun, wie dies im täglichen Leben fortwährend geschieht, Gegenstände betrachten, die in verschiedener scheinbarer Gröfse erscheinen, aber gleich ausgedehnte Netzhautbilder

erzeugen, so würde, wenn wir unsere Aufmerksamkeit einem seitlichen Punkte dieser Netzhautbilder zuwenden und darum, wie unter gewöhnlichen Umständen stets, den betreffenden Punkt des Objektes auf die Makula zu bringen trachten, von dem gleichen Punkte der Netzhaut aus im Falle des scheinbar grofsen Objektes ein Impuls zu einer relativ weiten, im Falle des scheinbar kleinen Objektes ein Impuls zu einer relativ geringen Exkursionsbewegung ausgehen.

Es wären also den einzelnen Punkten der Netzhautperipherie nicht mehr eindeutig-bestimmte Augenbewegungen zugeordnet. Die Sicherheit, mit welcher wir einen vorher mit der Netzhautperipherie gesehenen Gegenstand auf die Makula bringen, gleichgültig, welche scheinbare Gröfse der Gegenstand besitzt, wäre nur durch Hilfshypothesen verständlich zu machen, die über Vorkehrungen Auskunft geben müfsten, durch welche der bei der Innervation gemachte Fehler im Verlaufe der Exkursion wieder korrigiert würde. — Es ist sehr unwahrscheinlich, dafs die Natur bei einem so wichtigen und während des Wachens ununterbrochen in Wirksamkeit befindlichen Vorgangs fortwährend Fehler macht, die sie dann nachträglich wieder korrigiert.

Sehen wir zu, ob wir nicht vielleicht nur infolge unserer Voreiligkeit in diese Schwierigkeit geraten sind! Man wird zuweilen die in verschiedenen Konstellationen hervorgerufenen psycho-physischen Prozesse bei der erstmaligen Anstellung der betreffenden Versuche für gleich zu halten geneigt sein, während eine ausgedehntere Variation der äufseren, sowie auch der inneren Bedingungen zeigt, dafs sich die betreffenden Empfindungen doch in gewissen, anfangs nicht beachteten Hinsichten voneinander unterscheiden, so dafs man die Empfindungen und demgemäfs auch die korrespondierenden psycho-physischen Prozesse nicht als gleich, sondern nur als ähnlich betrachten kann. Einen instruktiven Fall dieser Art hat bei Modifikation der HERINGschen Grundversuche D. KATZ[1] beobachtet. Es ist eine bekannte Tatsache, dafs eine Wand oder irgendein anderes Objekt, dessen einzelne Teile vom Fenster ungleich weit entfernt und darum verschieden stark beleuchtet sind, infolge der Gedächtnisfarbe trotzdem in gleichförmiger Helligkeit erscheinen kann. Auf Grund dieses Eindrucks der gleichförmigen Helligkeit wird man

[1] *Zentralblatt f. Physiol.* 20, Nr. 16.

geneigt sein, die von den verschiedenen Teilen der Fläche her ausgelösten Empfindungen, sowie die korrespondierenden psychophysischen Prozesse, im strengen Sinne für gleich zu halten. Nun kann man den Einflufs der Gedächtnisfarbe auch mittels eines Paares von Farbenkreiseln studieren. Ist der eine der beiden nebeneinander und zur Seite des Fensters angebrachten Kreisel dem einfallenden Licht direkt ausgesetzt, während sich der andere im Schatten eines Schirmes befindet, und sind die Sektoren der Scheiben so reguliert, dafs beide Scheiben gleich helle und auch qualitativ gleich beschaffene Netzhautbilder liefern, so erscheint trotz dieser physikalischen Gleichheit die im Schatten befindliche Scheibe heller. Wenn nun aber für den Augenschein eine Gleichung zwischen zwei derartigen Scheiben hergestellt werden soll, von denen also die eine infolge der Gedächtnisfarbe heller erscheint als bei Ausschliefsung dieses Faktors, da zeigt sich, dafs zwischen derartigen Scheiben eine vollkommene Gleichung überhaupt nicht hergestellt werden kann[1], dafs man demgemäfs auch niemals völlig gleiche, sondern nur ähnliche psychophysische Prozesse erzeugen kann, wenn man die Helligkeit einmal subjektiv ändert — durch Einführung von Versuchsbedingungen, welche die Gedächtnisfarbe erwecken —, ein andermal objektiv durch Veränderung der Scheibe. Im Gebiete der Gröfsenwahrnehmung begegnen wir ganz ähnlichen Verhältnissen. G. Martius[2] fand es sehr schwierig, zwischen der scheinbaren Gröfse von Stäben, die in verschiedener Entfernung aufgestellt waren, eine Gleichung zu erhalten.[3] So eklatant die Gröfsenänderungen sind, welche man bei Mikropsie, sei es mit Linsen oder Konvergenzplatten, erzielt, so schwer wurde es mir stets, Gröfsengleichungen zwischen einem unter solchen und einem unter gewöhnlichen Umständen betrachteten Objekt herzustellen.[4]

[1] Katz, l. c.

[2] Über die scheinbare Gröfse der Gegenstände und ihre Beziehung zur Gröfse der Netzhautbilder. *Philosoph. Studien* 5. 1889.

[3] Bei diesen Versuchen wirkt der psychische Faktor der scheinbaren Gröfse in beiden Konstellationen mit, nur in verschieden starkem Mafse. Diesen Faktor auszuschliefsen, ist gänzlich unmöglich. Durch Aufstellung der Objekte in gleicher Entfernung vom Auge erreicht man aber, dafs der Wirksamkeitsgrad jenes Faktors in beiden Fällen der gleiche ist. Bei den Gedächtnisfarben werden wohl die Dinge kaum anders liegen.

[4] Seitdem ich dies niederschrieb, glaube ich wenigstens die Schwierigkeiten, welche sich dem Vergleichsvorgang hier entgegenstellen, etwas näher erkannt zu haben (vgl. IV. Abschnitt).

Der geringe Grad der subjektiven Sicherheit bei derartigen Versuchen gestattet gar keinen Vergleich mit der subjektiven Sicherheit bei der Vergleichung von Distanzen, die in derselben Entfernung vom Auge dargeboten werden.

Würden die psychophysischen Prozesse in den beiden Konstellationen, welche uns hier beschäftigen, völlig übereinstimmen, so könnte auch die subjektive Sicherheit des Urteils über den Grad der Gröſsenänderung nicht so erheblich verschieden sein.

Wir sahen die mehrfach erwähnte Annahme nur darum in Schwierigkeiten verwickelt, weil wir völlige Übereinstimmung der psychophysischen Prozesse verlangten, während eine solche Übereinstimmung anscheinend nur teilweise besteht. In welchem Punkte aber stimmen die psychophysischen Prozesse, bzw. die ihnen schon vorangehenden nervösen Prozesse überein? Wenn im Helmholtzschen Versuch gleichzeitig immer nur ein kleiner Teil des Gesichtsfeldes deutlich gesehen wird, so kann dies wohl nur daran liegen, daſs die Erstreckung der nervösen Erregung auf zu zahlreiche Nervenorgane, sei es in der Sehsphäre, sei es bereits in tieferen Stationen, eine Herabsetzung der Deutlichkeit der Empfindungen zur Folge haben würde. Jedenfalls besteht ein solcher Zusammenhang zwischen der Zahl der erregten Elemente und der Deutlichkeit der Empfindungen in der Tat, gleichgültig, ob wir diesen Zusammenhang zurzeit begreifen können oder nicht. Wenn wir nun die gleiche Erscheinung bei Verschiedenheit, nicht der wirklichen, sondern der scheinbaren Gröſse beobachten, wenn auch hier bei Zunahme der scheinbaren Gröſse die Deutlichkeit abnimmt, so können wir wiederum nur dies eine vermuten, daſs die Zahl der von einer bestimmten Höhe des Nervensystems an ergriffenen Elemente zu groſs geworden sei, als daſs — wiederum, wie zuvor, durch Vermittlung unbekannter Gründe — eine hinlänglich differenzierte Empfindung resultieren könnte. Keineswegs aber läſst sich auf Grund dieser Übereinstimnung etwas Näheres vermuten, namentlich nicht bezüglich der Frage, ob die Fasern und Zellen übereinstimmen, welche bei Zunahme der Gröſse des Netzhautbildes einerseits, bei alleiniger Zunahme der scheinbaren Gröſse andererseits von einer bestimmten Höhe des Nervensystems an neu in Aktion treten. Wenn das A. F. G. nicht dazu benutzt wird, um eine neue Vermutung aufzustellen, sondern, um eine durch andere

Tatsachen nahegelegte Vermutung zu bestätigen, so kann der Inhalt der Hypothese, welchen es zu bestätigen vermag, nur von der allgemeinen Form sein, dafs sich auch bei alleiniger Änderung der Gedächtnisgröfse die Gröfse des Erregungsbezirkes von einer bestimmten Höhe des Nervensystems an ändert; etwaige nähere Einzelheiten solcher Hypothesen, Aussagen über die Individualität der zur Leitung benutzten Faserzüge, vermag dieses Gesetz nicht zu bestätigen. Nun bedürfen wir aber auch nicht der Bestätigung für solche weitergehende Vermutungen, denn wir haben zu ihnen gar keinen Grund. Wir haben ja gesehen, dafs wir unsere eingangs auf Grund der psychophysischen Axiome aufgestellte Vermutung gar nicht in der Weise formulieren dürfen, dafs wir völlige Gleichheit der psychophysischen Prozesse annehmen. Die Annahme, dafs die Erregung bei Zunahme der scheinbaren Gröfse, ebenso wie bei Zunahme der wirklichen Gröfse, von einer bestimmten Höhe des Nervensystems an eine gröfsere Anzahl von Nervenelementen erfasse, wie im Falle geringerer Gröfse, sind wir nach wie vor festzuhalten genötigt. Aber die Art der räumlichen Verteilung der Nervenerregung bei alleiniger Änderung der scheinbaren Gröfse und bei Änderung des Netzhautbildes kann nicht völlig übereinstimmen, selbst in den höchsten Stationen nicht. Denn anderenfalls bliebe der vorhin (S. 336f.) gekennzeichnete erhebliche Unterschied der unter diesen beiden verschiedenen Umständen auftretenden Gröfsenwahrnehmungen unverständlich.

Am nächsten liegt daher die Annahme, dafs zu jedem Netzhautpunkte eine Reihe von Zuleitungswegen nach der Grofshirnrinde gehört, dafs in Fällen, in denen zwei Reize gleiche Netzhautbilder erzeugen, stets einige von den zu jedem einzelnen gereizten Aufnahmeapparat gehörigen Zuleitungswegen nach der Grofshirnrinde in Aktion treten, dafs aber von den einem bestimmten Punkte zugeordneten Zuleitungswegen eine um so gröfsere Anzahl in Aktion tritt, und dafs daher auch der in Erregung geratende Bezirk der Grofshirnrinde um so gröfser ist, je bedeutender die scheinbare Gröfse des Sehfeldes ist.

Es wäre dann auch verständlich, dafs das Augenmafs für Strecken, die in gleicher Entfernung vom Auge dargeboten werden, so viel genauer ist. Helmholtz und Hering heben übereinstimmend hervor, und Schumann konnte die Richtigkeit dieser

Beobachtung bestätigen[1], dafs man in diesem Falle den Blick erst auf die Mitte der einen, dann auf die der anderen Strecke richtet. „Die Netzhaut ist wie ein Zirkel, dessen Spitzen wir nacheinander „an die Enden verschiedener Linien ansetzen, um zu sehen, ob „sie gleich lang sind oder nicht, wobei wir über die Entfernung „der Zirkelspitzen und die Form des Zirkels nichts weiter zu „wissen brauchen, als dafs sie unverändert geblieben sind (HELMHOLTZ, Phys. Opt. 2. Aufl. S. 689).

Wenn sich auch manche Beobachter anderer Kriterien bedienen mögen, so geht aus dem Dargelegten doch hervor, dafs die Netzhaut wie ein Zirkel benutzt werden kann. Die Strecken werden für gleich gehalten, weil dieselbe Netzhautstelle, welche mit dem Endpunkt der ersten Strecke zusammenfiel, auch mit dem der zweiten zusammenfällt, weil sich die Erregung weiterhin in ganz bestimmten Leitungsbahnen fortpflanzt, nämlich in Bahnen, welche einer ganz bestimmten Netzhautstelle zugeordnet sind, und weil endlich wiederum ganz bestimmte Grofshirnregionen getroffen werden, nämlich Grofshirnregionen, welche durch ihre Zuordnung zu einer ganz bestimmten Netzhautstelle charakterisiert sind.

Denken wir uns nun aber, wir sollen verschieden grofse Gegenstände miteinander vergleichen, die in gleicher Entfernung vom Auge aufgestellt sind, deren Netzhautbilder eine so verschiedene Lage im Auge besitzen, dafs keine Nervenfaser gleichzeitig zur Übermittlung des ersten und des zweiten Netzhautbildes dient! Schon in diesem Falle — wir brauchen uns gar nicht erst in das Gebiet der scheinbaren Gröfse zu begeben — wird man in allen denjenigen Fällen, in denen man einen Gegenstand für gröfser erklärt, als einen anderen, annehmen müssen, dafs es nur die Ausdehnung der hierbei im Zentralorgan erregten Gebiete ist, welche in allen diesen Fällen zu dem Urteil Anlafs gibt. Ein anderes gemeinsames Moment dieser Fälle wird sich schwerlich auffinden lassen.

Wir haben auch keinen Grund zu der Annahme, dafs in dem genannten Falle jedem der beiden, je eine bestimmte Partie der Netzhaut kontinuierlich ausfüllenden Netzhautbilder wiederum je eine kontinuierliche Erregungsfläche im Projektionsfelde ent-

[1] Beitr. zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen III. *Zeitschr. f. Psychol.* **30**, 1902, S. 261.

sprechen werde. Das grofse Objekt wird einen gröfseren Bezirk der Sehsphäre erregen; aber welches die geometrische Beschaffenheit des im Zentralorgan erregten Feldes ist, und ob dieses Feld überhaupt wiederum eine kontinuierliche Fläche darstellt, darüber läfst sich gar nichts aussagen.

Warum gerade die Sehsphäre im Gegensatz zu den anderen Projektionsfeldern die Eigentümlichkeit besitzt, je nach der Ausdehnung des Bezirkes ihrer Erregung, das zu dieser Erregung Anlafs gebende Objekt als mehr oder weniger ausgedehnt zu interpretieren? Hier hört alles Fragen auf — jetzt und wahrscheinlich für alle Zeiten. An dieser Stelle liegt wohl eines der Welträtsel, deren Bearbeitung der Kompetenzsphäre menschlicher Wissenschaft prinzipiell und in alle Ewigkeit entzogen ist.

§ 3.

Warum die über einen gröfseren Bezirk der Hirnrinde ausgebreitete Erregung, falls sie überhaupt noch auf das Bewufstsein wirkt, weniger differenzierte Empfindungen liefert, dafür lassen sich zurzeit nur Vermutungen äufsern.

Es mag jedoch hervorgehoben werden, dafs ein solches Verhalten mit einer neueren Theorie der Aufmerksamkeit, derjenigen von Ebbinghaus, in gutem Einklang steht.

Ebbinghaus setzt sich in einen gewissen Gegensatz zu den bisherigen Anschauungen vom Wesen der Aufmerksamkeit. Wenn wir aufmerksam sind, findet nach seiner Vermutung nicht eigentlich, oder wenigstens nicht primär, eine Intensitätssteigerung der psychophysischen Prozesse statt; das Wesentliche ist nach ihm, dafs hier eine besondere Form der Verteilung der Erregungen im Gehirn stattfindet. Als die eigentümliche Wirkung der kortikalen Hemmungen und Bahnungen betrachtet jener Forscher nicht sowohl Abschwächungen und Verstärkungen der der Rinde zustrebenden Erregungen (dies nur als untergeordneten Nebeneffekt), sondern vielmehr die Herbeiführung diffuser und sich verlaufender Erregungen einerseits, konzentrierter und differenzierter Erregungen andererseits.

Die Elemente des Nervensystems sind nicht blofs hintereinander geschaltet, sondern sie werden gleichzeitig in der mannigfachsten und ausgiebigsten Weise durch Querverbindungen zu einem Ganzen zusammengeschlossen. Infolge hiervon wird bei abgelenkter Auf-

merksamkeit die an der Peripherie gesetzte Erregung die Rinde in Gestalt einer diffus ausgebreiteten und in ihrer Intensität abgeflachten Erregungsmasse erreichen, ohne scharfe Abgrenzung gegen die nicht oder anders erregte Umgebung. Ein solcher Erfolg wird natürlich nicht nur dann eintreten, wenn die relativ bedeutende Ausbreitung der Erregung innerhalb des Nervensystems auf einer übergroſsen Zahl der an der Peripherie gesetzten Reize beruht, sondern auch in denjenigen Fällen, in denen bei Vorhandensein nur weniger Auſsenreize trotzdem unter der Einwirkung innerer Faktoren eine bedeutende Ausbreitung der Erregung im Gebiete des Nervensystems eintritt. Die Enge des Bewuſstseins macht ja nicht nur die Zahl der gleichzeitig perzipierbaren Auſsenreize, sondern auch diejenige der nebeneinander ablaufenden rein inneren Vorgänge zu einer begrenzten. Auch finden sich die Querverbindungen, Kommissuren- und Assoziationsfasern, denen hier eine ausschlaggebende Rolle zugeschrieben wird, nicht nur im Rückenmark und in den subkortikalen Zentren, sondern in besonders reichlicher Menge gerade im Groſshirn. Wenn nun unter den Bedingungen des Kosterschen oder des Aubert-Foersterschen Versuches eine Verminderung von Helligkeitsdifferenzen stattfindet, und infolge davon weiterhin eine gewisse Verwaschenheit und Undeutlichkeit des Eindruckes eintritt — Erscheinungen, die ja von der hier entwickelten Theorie des A. F. G. und K. G. auf eine gröſsere Ausbreitung der Erregung zurückgeführt werden — so muſs man zugeben, daſs sich hier die von der Ebbinghausschen Theorie der Aufmerksamkeit für diesen Fall geforderten Verhältnisse in recht reiner Gestalt finden; die Empfindungskomplexe besitzen einen mehr diffusen Charakter und sind weniger scharf abgegrenzt gegenüber der nicht, bzw. anders erregten Umgebung. Und andererseits geben unsere Beobachtungen keinen Anlaſs, dem Einfluſs der Verteilung auf die Intensität der Erregungen eine gröſsere Bedeutung zuzuschreiben. Bestünde hingegen der wesentliche Effekt der Ausbreitung der Erregungen in einer Herabsetzung ihrer Intensität, so müſste man dieselben Änderungen, die bei komplizierteren Objekten auftreten, auch bei gleichförmigen Flächen erwarten. Bei Betrachtung gleichförmiger Flächen ist ein Unterschied, wie wir sahen, bei der Betrachtung mit und ohne Mikropsie nicht, oder wenigstens nicht mit Sicherheit wahrzunehmen. Es verhält sich nicht so, daſs eine gleichförmige helle Fläche bei Mikropsie

stets heller, eine dunkle stets dunkler würde. Aber ein helles Objekt auf dunklerem Grunde erscheint in der Regel heller, ein dunkles Objekt auf hellerem Grunde dunkler (K. G.). Es kommt durchaus auf das „Zusammen“ der psychophysischen Prozesse, nicht aber auf dieselben in ihrer Isoliertheit an. Ähnlich scheint es mir mit dem Sättigungsgrade zu sein.

Nicht die Intensität der Empfindungskomplexe nimmt infolge der weiteren Ausbreitung der Erregung ab, sondern immer nur ihre Differenziertheit, die Schärfe, mit der sich die einzelnen Teile des Sehfeldes voneinander abheben; wenn auch eine Neigung zu bestehen scheint, diese Änderung auf das kleine innerhalb des grofsen Feldes erscheinende Objekt zu beziehen. Nur durch künstliche Hypothesen vermöchte man vom Boden der Ansicht aus, welche den Schwerpunkt in die Herabsetzung der Intensität verlegt, diesen Tatsachen gerecht zu werden.

Da nun umgekehrt die EBBINGHAUS'sche Theorie von einem weiten Gebiet von Tatsachen in, wie es scheint, befriedigender Weise Rechenschaft gibt, so ist die Übereinstimmung, welche sich zwischen den Konsequenzen jener Theorie und denjenigen der hier dargelegten Ansicht über die psychophysischen Grundlagen des A. F. G. und des K. G. ergibt, gleichzeitig ein weiterer Beleg für die wahrscheinliche Richtigkeit der letzteren Vermutung.

Andererseits liefern, wie uns scheint, die KOSTERschen Versuche eine recht anschauliche Illustration zu der Vorstellungsweise der EBBINGHAUS'schen Theorie, und sie dürften daher einen Stützpunkt derselben darstellen.

§ 4.

Vielleicht ist man aber der Ansicht, dafs unsere theoretischen Anschauungen an der Tatsache, dafs die Helligkeit einer gleichförmigen Fläche von ihrer scheinbaren Gröfse unabhängig ist, eben scheitern müsse. Wenn wir Grund hätten, das Nervensystem nach Analogie eines Systems elektrischer Leitungsdrähte und den nervösen Leitungsprozefs nach Analogie eines galvanischen Stromes aufzufassen, so würde unseren Anschauungen aus der genannten Tatsache allerdings eine ernste Schwierigkeit erwachsen. Denn gemäfs dem ersten KIRCHHOFFschen Gesetz, nach welchem im Falle einer Stromverzweigung die Summe der In-

tensitäten der Zweigströme gleich der Intensität des unverzweigten Stromes ist, müſsten wir bei einer Erhöhung der scheinbaren Gröſse, der ja nach obiger Auffassung auf materiellem Gebiet eine weitere Ausbreitung der nervösen Prozesse entspricht, eine jener Ausbreitung proportionale Herabsetzung der Intensität der psychophysischen Prozesse erwarten.

Gegenwärtig ist jedoch die Auffassung, welche den nervösen Leitungsprozeſs als einen elektrischen Leitungsprozeſs deutet, gänzlich aufgegeben. Stellen wir uns diese Prozesse mit Hering als chemische Prozesse vor, so bereitet uns die Tatsache, daſs eine Verzweigung nicht notwendig mit einer Intensitäts- oder Sättigungsabnahme verbunden ist, keine Schwierigkeit. Ein an seinem Ende angezündeter Schwefelfaden braucht jenseits einer Verzweigungsstelle nicht notwendig schwächer zu brennen.

§ 5.

Gegen die Richtigkeit der hier entwickelten Ansicht lassen sich jedoch noch Bedenken anderer Art vorbringen. Nach einer ziemlich allgemein verbreiteten Anschauung ist uns die Gröſse einer groſsen Anzahl von Sehdingen durch den Tastsinn bekannt. Die Gröſse der anderen, dem Tastsinn nicht direkt zugänglichen Sehdinge lernen wir dann durch ihre Vergleichung mit den Objekten der ersteren Art kennen. Wir messen zwar die gleichzeitig wahrgenommenen Dinge stets mit dem gleichen Maſsstab, der aber in verschiedenen Momenten verschiedene Gröſse besitzt. Die Gröſse dieses Maſsstabes richtet sich danach, auf welches bezüglich seiner Gröſse aus der Erfahrung bekannte Objekt die Aufmerksamkeit innerhalb des Sehfeldes vorwiegend konzentriert wird (Hering, Beitr. zur Physiol., S. 14).

Die Erkennung eines Objektes innerhalb des Sehfeldes ist also der zeitlich erste Vorgang. Erst hieraus und hierauf kann sich der (subjektive) Maſsstab ergeben, mit welchem das Sehfeld gemessen wird. Nun richtet sich nach den hier dargelegten Anschauungen die Gröſse jenes Maſsstabes nach der Ausbreitung, in welcher die Erregung in der Sehsphäre anlangt. Wie man mit gutem Grund annimmt, findet aber das Erkennen erst in der Rinde des Groſshirns statt. Es ergäbe sich also der Widerspruch, daſs einerseits der (subjektive) Maſsstab, mit welchem der Sehraum gemessen wird, schon eindeutig bestimmt sein muſs,

bevor es zum Erkennen eines Gegenstandes kommen kann, und daſs andererseits die Bestimmung des Maſsstabes erst auf Grund jenes Erkennens erfolgen soll.

Diese Schwierigkeit würde aber nur solange bestehen, als wir genötigt sind, an der verbreiteten Lehre festzuhalten, daſs das Erkennen von Gegenständen, deren Gröſse durch die Erfahrung, also entweder direkt oder durch die Vermittlung anderer psychischer Prozesse durch den Tastsinn bekannt ist, der Festsetzung des (subjektiven) Maſsstabes, mit welchem der Sehraum gemessen wird, vorausgehen muſs. Der experimentellen Analyse dieses Problems werden spätere Untersuchungen gewidmet sein. An dieser Stelle begnügen wir uns mit dem Hinweis, daſs z. B. schon für die scharfsinnige Theorie der scheinbaren Gröſse von Hillebrand[1], welche — wir entscheiden hier nicht, ob mit Recht oder Unrecht — einen Zusammenhang zwischen scheinbarerer Gröſse und Querdisparation annimmt, diese Schwierigkeit nicht bestehen würde.

§ 6.

Wie sind nun aber unsere Zählversuche (S. 117 ff.) zu deuten? Haben wir wirklich anzunehmen, daſs bei gewissen Versuchspersonen für sehr kleine Gröſsen das A. F. G. nicht mehr gilt?

Hierauf ist folgendes zu erwidern.

Träte wirklich bei sehr kleinen Gröſsen das Gegenteil von der vom A. F. G. ausgesagten Tatsache ein, so müſsten nicht nur die Elemente der scheinbar kleineren Punktreihe schwerer zählbar sein, sie müſsten sich auch weniger gut vom Grunde abheben (Kostersches Gesetz). Das Gegenteil ist, wie wir sahen, der Fall.

Nun bemerkten wir in der Tat, daſs, entsprechend der Annahme von Landolt, Augenbewegungen beim Zählen eine Rolle spielen. Sollte nicht vielleicht die Unfähigkeit, die scheinbar sehr kleine Punktreihe zu zählen, daher rühren, daſs infolge

---

[1] Theorie der scheinbaren Gröſse im binokularen Sehen. Denkschriften der kaiserl. Akad. der Wiss. zu Wien, Math.-naturw. Klasse 1905.

der aufserordentlichen scheinbaren Kleinheit der Punkte und ihrer Distanzen die Bedingungen für das Auftreten der Augenbewegungen ungünstiger sind?

Für ein solches Verhalten der Augenbewegungen liefsen sich aber, wie mir scheint, sogar mehrere Erklärungen denken. Welche der beiden sogleich namhaft zu machenden Deutungen in Wirklichkeit zutrifft, bzw. welchem der beiden Gründe die ausschlaggebende Rolle zufällt, wage ich nicht zu entscheiden.

Zunächst nämlich liefse sich denken, dafs eine Abhängigkeit der willkürlichen Bewegbarkeit der Augen von der scheinbaren Gröfse der Distanzen in dem Sinne besteht, dafs wir einfach nicht darauf eingeübt sind, Punkte, welche durch eine Distanz von nur sehr geringer scheinbarer Gröfse voneinander getrennt sind, nacheinander zu fixieren. Dagegen könnten wir sehr wohl gelernt haben, die Innervationen zu so geringen Exkursionen für den Fall auszuführen, dafs die die Punkte trennende Distanz, deren durch den Gesichtswinkel gemessene Gröfse so gering ist, doch eine relativ erhebliche scheinbare Gröfse besitzt. Unter den Verhältnissen des gewöhnlichen Lebens sind es ja nur die fernen Objekte, welche trotz der Kleinheit des Gesichtswinkels, unter welchem sie sich darbieten, in relativ erheblicher scheinbarer Gröfse erscheinen.

Wir haben aber bereits an früherer Stelle (S. 111 f.) gesehen, dafs uns an fernen Objekten im allgemeinen auch solche Einzelheiten interessieren, welche unter sehr kleinem Gesichtswinkel erscheinen, während wir (in der Regel) bei nahen Objekten an der Wahrnehmung von — durch den Gesichtswinkel gemessen — gleich feinen Einzelheiten kein Interesse haben. Wir werden daher, um für die uns interessierenden Einzelheiten die möglichst günstigen Perzeptionsbedingungen herzustellen, bei Betrachtung von (fernen und) scheinbar grofsen Objekten öfter minimale Augenbewegungen ausführen, als bei der Betrachtung von (nahen und) scheinbar kleinen Gegenständen. Die Annahme liegt also nicht so fern, dafs sich zwar zwischen dem Eindruck, welche Punktdistanzen von relativ beträchtlicher scheinbarer Gröfse hervorrufen, und den Innervationen zu minimalen Augenbewegungen eine Assoziation ausbildet, dafs sich aber der Eindruck einer scheinbar sehr kleinen Punktdistanz nur mit Exkursionen von gröfserem Winkelwert assoziiert.

Eine andere Möglichkeit, die „Zählversuche“ zu erklären,

eröffnet sich bei Heranziehung gewisser physiologischer Tatsachen.

Ein bekanntes Phänomen ist die sog. „Bahnung“ der Reflexe. Dieses Phänomen wird u. a. dann beobachtet, wenn ein Reflex von einer gröſseren Zahl von Punkten einer bestimmten Körperregion her ausgelöst werden kann. Wenn beim Hunde das Rückenmark im unteren Teil der cervikalen Region durchschnitten worden ist, so tritt in einigen Monaten der „Kratzreflex“ hervor. Reize, die in einem breiten, sattelförmigen Hautfeld appliziert werden, erregen eine kratzende Bewegung des Hinterbeins. Wenn, während der Kratzreflex an einem Punkte der Haut an der Schulter hervorgerufen wird, ein zweiter, von dem ersten Punkt um einige Zentimeter entfernt, aber auch in dem rezeptorischen Feld gelegen, gereizt wird, so begünstigt der zweite Punkt die Reaktion des ersten. Sind die Reize von so geringer Intensität, daſs sie einzeln den Reflex nicht auszulösen vermögen, so sind sie doch, wenn gleichzeitig appliziert, hierzu fähig.[1] Durchaus analoge Erscheinungen zeigen sich bei anderen Reflexen.[2] Diese Fälle von Bahnungserscheinungen lassen sich zunächst auf mehrfache Weise erklären.

Es ist erstens möglich, daſs alle motorischen Neurone, welche die letzte gemeinsame Strecke bilden, zusammen einen fast einheitlichen Apparat ausmachen, welcher nur intensiver funktioniert, wenn er von mehreren Punkten des rezeptorischen Feldes her erregt wird, als dann, wenn der Reiz nur an einer einzelnen Stelle appliziert wird. Es könnte aber zweitens sein, daſs bei Reizung verschiedener Punkte des rezeptorischen Feldes ein getrenntes Funktionieren der zugehörigen motorischen Neurone stattfindet, und daſs sich die Verstärkung der muskulösen Reaktion durch die Summierung der Kontraktion erklärt, welche in zwei getrennten Feldern des Muskelgewebes vorkommt (Sherrington l. c. S. 817 ff.).

Die Frage nach der Art der Verstärkung ist eine Frage zwischen Intensität und Extensität. Sherrington[3] suchte die

---

[1] Vgl. C. S. Sherrington, Über das Zusammenwirken der Rückenmarksreflexe und das Prinzip der gemeinsamen Strecke. Erg. d. Physiol. Jahrg. 4. Abt. 2, S. 817.

[2] G. H. Parker, *Amer. Journ. of Physiol.* **10**, Nr. 1, 1903.

[3] Proc. Physiol. Soc. *Journ. of Physiol.* **31**, Nr. 3, 18, 1904. Address. sect. Physiol. Brit. Ass. Reports Cambridge. 1904. Da mir die Original-

Frage an der Hand des Kratzreflexes durch sinnreiche Experimente zu entscheiden. Wird der Kratzreflex einmal schwach, einmal stark erregt, so besteht ein Unterschied nur in der Ausgiebigkeit der Kontraktionen, während der Rhythmus, die Zahl der Kontraktionen in der Zeiteinheit, der gleiche bleibt.

Der Reflex wird nun durch einen schwachen Reiz an einem Punkte a der Haut erregt; aufserdem wird noch ein anderer Punkt b des rezeptorischen Feldes gereizt, und die Reize bei b werden zeitlich so geregelt, dafs sie immer mit den bei a applizierten abwechseln. Wenn die zwei Bahnen in getrennte und unabhängig voneinander funktionierende letzte Strecken einmündeten, so sollte man erwarten, dafs nicht allein der Rhythmus der Erregung von a auftreten werde, sondern dafs sich die Zahl der Kontraktionen in der Zeiteinheit nach der Zahl der in der Zeiteinheit überhaupt — auf a und b zusammen — applizierten Reize bestimmen müsse. Wenigstens eine Andeutung von diesem zweifachen Rhythmus hätte man zu erwarten. Auch der Einwand ist abgeschnitten, dafs die Muskelfasern so rasch nacheinander auftretenden Erregungen nicht zu folgen vermögen; denn die Erscheinung ändert ihren Charakter nicht, wenn der doppelte Rhythmus, welchen man unter den angegebenen Versuchsbedingungen zu erwarten hätte, immer noch langsamer ist, als der schnellste Rhythmus, welchem der Muskel gerade noch Folge zu leisten vermag. Dafs aber nicht etwa die Reizung des einen der beiden Punkte aus irgend einem Grund unwirksam wird, geht daraus hervor, dafs die Amplitude zunimmt. — Durch diese Versuche hält Sh. die Existenz einer letzten gemeinsamen Strecke für erwiesen.[1]

---

arbeiten nicht zugänglich sind, referiere ich nach Sherrington. Erg. d. Physiol. l. c. S. 818.

[1] Da derartige Bahnungserscheinungen zur Erklärung gewisser Phänomene der Aufmerksamkeit herangezogen worden sind, zuerst von G. E. Müller, danach von Sgm. Exner und Ebbinghaus, so sind die Versuche Sherringtons auch für dieses Gebiet psychologischer Forschung nicht ganz ohne Bedeutung. Die Heranziehung der Bahnungserscheinungen hätte gar keinen Sinn, wenn es sich bei ihnen nicht um einen innerhalb des Nervensystems stattfindenden Vorgang, sondern nur um eine mechanische Summation der Kräfte innerhalb des Muskels handelte. — Aus diesem Grunde, hauptsächlich aber auch, weil wir uns auch bei der Analyse der hysterischen Blindheit auf die Untersuchungen Sh.s berufen mufsten, glaubten wir auf dieselben etwas ausführlicher eingehen zu müssen.

Die Vermutung liegt nicht fern, dafs auch in solchen Fällen, in denen ein motorisches Neuron von mehreren Stellen einer Projektionsfläche des Grofshirns aus innerviert werden kann, bei gleichzeitiger Reizung dieser Stellen infolge des Einströmens der Erregung in eine letzte gemeinsame Strecke eine Verstärkung der Innervation stattfindet. Beim Kratzreflex konnten Reize, welche, für sich appliziert, unter der Schwelle liegen, bei gemeinsamer Einwirkung einen nachweisbaren Reflex auslösen. Analoges würde dann wohl auch in dem soeben als möglich aufgestellten Falle eintreten. Nun wird, falls die hier entwickelte Ansicht richtig ist, im Falle der scheinbar kleineren Punktreihe von jedem einzelnen Individuum derselben und von jeder die Punkte trennenden Distanz [1] ein kleinerer Bezirk der Projektionsfläche erregt, als im Falle der scheinbar gröfseren Punktreihe. Man kann annehmen, dafs die Augenbewegungen unter diesen

---

[1] Selbstverständlich sind für das Ergebnis nicht allein die schwarzen Punkte verantwortlich. Sehr kleine Punkte können natürlich stets gezählt werden, sobald nur ihre Distanzen hinreichende Gröfse besitzen. Haftet der Blick gerade an einem der Punkte, so erscheint im indirekten Sehen der Zwischenraum in Gestalt eines ziemlich ausgedehnten Feldes. Ist der Wille zu einer Bewegung des Auges in der betreffenden Richtung da, so wird jenes Feld einen hinreichenden Reiz für Augenbewegungen darbieten. Der blofse Wille, das Auge in einer bestimmten Richtung zu bewegen, ist zur tatsächlichen Ausführung der Bewegung offenbar unzureichend. Denn wenn ich z. B. eine Bewegung der Augen nach abwärts mit Erfolg ausführen will, so mufs ich mir einen tiefgelegenen Gegenstand vorstellen. Suche ich die Bewegung lediglich auf Grund des Vorsatzes auszuführen, indem ich entweder jene Vorstellungsbilder ganz zu unterdrücken oder mir ein in anderer Richtung gelegenes Objekt vorzustellen suche, so scheint es mir nie zu einer Augenbewegung zu kommen. Sollte dem einen oder anderen unter genannten Umständen die Ausführung einer Abwärtsbewegung gelingen — bei Herrn Prof. Müller ist dies nach mündlicher Mitteilung der Fall —, so liegt dies wohl an besonderen Übungseinflüssen, welche entweder absichtlich eingeführt oder durch die Praxis des Lebens gegeben waren. Mir selbst z. B. gelingt auf Grund des blofsen Vorsatzes, ohne Vorstellung eines Objektes, die Bewegung der Augen nach aufwärts; allerdings nur dann, wenn ich den Kopf etwas nach vorn neige. Es mufs also zu dem blofsen Willen zur Ausführung einer Bewegung im allgemeinen immer noch etwas hinzukommen. In den soeben angeführten Fällen war es die Vorstellung von Gegenständen; beim Durchzählen einer Punktreihe müssen es natürlich Komplexe von Empfindungen sein. Von deren näherer Beschaffenheit wird es abhängen, ob es zu einer Augenbewegung kommt oder nicht.

Umständen im zweiten Falle auftreten, im ersten dagegen ausbleiben.

Dürr (l. c. S. 24ff.) weist den Gedanken, daſs der Umfang des Gegenstandes der Aufmerksamkeit eine gewisse Grenze vielleicht nicht überschreiten dürfe, mit Entschiedenheit zurück. Gerade die kleinen Gegenstände entzögen sich unserer Aufmerksamkeit leicht, während die groſsen auffallend seien. Die Unüberschaubarkeit sei lediglich begründet im Bau der Sinnesorgane.

Wir möchten uns die Bemerkung gestatten, daſs dieser Forscher, welcher im übrigen, wie bereits hervorgehoben, oft zusammengeworfene Dinge auseinander hält, die Erscheinungen der Aufmerksamkeit hier zu einheitlich behandelt. Das Auffallen und Sichderbeobachtungentziehen sind ja nur einige der zahlreichen in das Gebiet der Aufmerksamkeit gehörigen Erscheinungen. Die von Dürr hervorgehobenen Tatsachen lassen sich mit der hier vertretenen Ansicht von der Existenz einer psychologischen Unüberschaubarkeit recht gut in Einklang bringen, und zwar auf Grund derselben Überlegung, mittels deren wir unsere Zählversuche zu erklären suchten. Ein ausgedehntes Objekt erregt eine groſse, ein kleineres eine geringe Anzahl von Netzhautelementen. Erinnern wir uns wieder des Prinzips der letzten gemeinsamen Strecke, so erscheint es sehr wahrscheinlich, daſs ein im indirekten Sehen erscheinendes Objekt um so sicherer eine reflektorische Hinwendung des Blickes auslösen wird, je mehr Netzhaut- und damit auch Nervenelemente der von ihm ausgehende Reiz in Erregung versetzt.

§ 7.[1]

Wir sind in den Kapiteln, welche sich mit der Pathologie des Sehens befaſsten, zu der Annahme gelangt, daſs sich die physiologische Leistungshöhe der zentralen Sehsubstanz wahrscheinlich nach der Gröſse des Bezirkes bemiſst, welcher gleichzeitig deutlich gesehen werden kann. Funktionelle, wie organische Erkrankung des Sinneszentrums führt nach der hier wahrscheinlich gemachten Ansicht zu einer „Hypofunktion“ von der Art, daſs die Gröſse des gleichzeitig deutlich gesehenen Bezirkes abnimmt. Wenn dem so ist, so begreift man, warum die Versuche der Anatomie, eine genaue Projektion der Retina auf die Sehsphäre nachzuweisen, fehlschlagen müssen. Die psychologische und klinisch psychologische Analyse scheint zu dem gleichen Resultat zu gelangen, wie die anatomische und klinisch-anatomische Untersuchung, nämlich zu der Ansicht, daſs die zentrale Seh-

---

[1] Die Ausführungen dieses Paragraphen sind gleich denen von S. 244ff. eng mit dem Schicksal der v. Monakowschen Lehre verknüpft.

substanz einheitlich funktioniert. Gleichzeitig aber vermochten jene Analysen, darüber hinaus, wahrscheinlich zu machen, worin denn die physiologische Leistungshöhe, und ebenso, worin die infolge von Erkrankung auftretende „Hypofunktion" der Sehsubstanz eigentlich besteht.

Wenn wir somit annehmen, dafs die zentrale Sehsubstanz einheitlich funktioniert, dafs eine Erkrankung derselben nicht den Funktionsausfall einer umschriebenen Netzhautpartie nach sich zieht, so könnte man demgegenüber vielleicht auf die bereits erwähnten Untersuchungen von Munk, Obregia, Berger u. a. hinweisen, welche auf Grund des Auftretens ganz bestimmter Augenbewegungen bei Reizung bestimmter Teile der Occipitalrinde eine gewisse Projektion der Retina auf die Sehsphäre wahrscheinlich machen. Allein daraus, dafs eine bestimmte Netzhautpartie zu einer bestimmten Partie der Sehsphäre in engerer Beziehung steht als zu anderen Abschnitten derselben, folgt noch keineswegs, dafs bei Erkrankung jener Partie der Sehsphäre die Funktion der relativ zugeordneten Netzhautpartie ausfallen müsse. Denn eine solche relative Zuordnung ist nach v. Monakows Ansicht, welche sich auf den Gesamtüberblick über die anatomischen Tatsachen gründet, nur in dem Sinne anzunehmen, „dafs die „von Jugend an für Reizaufnahme aus einer bestimmten Richtung „benutzten Wege, resp. Abschnitte im corp. gen. ext. und dann „auch in der Sehsphäre, auch später noch vor allen anderen „bevorzugt werden" (l. c. S. 660). Es ist mit dem Nachweis der relativen Zuordnung „noch nicht erwiesen, dafs die Beziehungen „zwischen Retinasegmenten und den einzelnen Abschnitten der „Sehsphäre ganz feste sind und im Sinne einer eigentlichen „anatomischen Projektion, wie es Munk meint, erfolgen." Es bilde sich eine Gewohnheit aus, unter der Menge der einer bestimmten Netzhautstelle zugeordneten Projektionswege einzelne „im Sinne der raschesten Beförderung, in der Richtung des geringsten Widerstandes", zu bevorzugen. Da somit gewisse Teile der Sehrinde zu bestimmten Netzhautgebieten in eine Art von Zuordnung treten, so bilden sich auch, gleichfalls auf dem Wege der Gewohnheit, Beziehungen gewisser Teile der Occipitalrinde zu gewissen Augenbewegungen heraus. Jener Forscher nimmt also keineswegs an, dafs irgend ein Netzhautbezirk nur an einen relativ beschränkten Teil der zentralen Sehsubstanz Anschlufsmöglichkeiten besäfse. Die soeben wiedergegebene Ansicht

v. Monakows legt nun aber weiterhin eine Mutmaſsung nahe, welche geeignet erscheint, den mehrfach beobachteten Zusammenhang zwischen Beeinträchtigungen des Gesichtsfeldes und Störungen der Lokalisation dem Verständnis näher zu bringen. Erkrankt ein bestimmter Abschnitt der Sehrinde, so fällt die Lichtempfindung in den relativ zugeordneten Netzhautabschnitten nicht schlechthin aus; denn jener Netzhautabschnitt besitzt auſser den für gewöhnlich benutzten noch andere Anschluſswege. Da nun aber die Erregung jetzt einem anderen Hirnteil zugeführt wird, als es für gewöhnlich der Fall ist, und da eine gewohnheitsmäſsige Assoziation zwischen bestimmten Hirnteilen und bestimmten Augenbewegungsinnervationen besteht, so wird jetzt auch bei Reizung einer bestimmten Netzhautstelle eine andere Innervation als unter normalen Umständen erfolgen. Da nun aber, wie die Erfahrungen bei Augenmuskellähmungen lehren, die Lokalisation im Sehraum in hohem Maſse von den motorischen Impulsen des Zentralorgans abhängt, so ist es ganz verständlich, wenn in derartigen Fällen häufig Lokalisationsstörungen zur Beobachtung gelangen.

Welches materielle Korrelat der Eigenschaft der Makula, natürliches Aufmerksamkeitszentrum zu sein, entsprechen mag, darüber lassen sich nur Vermutungen äuſsern. Legt man als Modell die Ebbinghaussche Aufmerksamkeitshypothese zugrunde,[1] so dürfte sich vielleicht folgende Vorstellungsweise wegen ihrer Plausibilität empfehlen. Durch gleichzeitiges Überschauen einer relativ sehr ausgedehnten Fläche leidet nach dem Kosterschen Gesetz die Deutlichkeit der Gesichtswahrnehmungen. In irgend einer Höhe des Zentralorgans müssen sich also — wenn man mit Hilfe des von Ebbinghaus vorgeschlagenen Modells arbeitet — die von den verschiedenen Netzhautstellen ausgehenden und natürlich auf verschiedenen Wegen geleiteten Erregungen einander beeinflussen und schädigen; dürften wir nun etwa annehmen, daſs die Makula besonders zahlreiche Anschluſswege nach der Sehrinde besitzt, so kann die Erregung sehr verschiedene Wege einschlagen. Jeder dieser Wege besitzt einen etwas anderen anatomischen Ort innerhalb des Gehirns und ist durch Kollateralen und Assoziationsbahnen mit etwas anderen Hirnteilen verbunden. Bei dieser groſsen Auswahl der Wege wird sich leicht immer noch einer finden, der dank seiner eigentümlichen Verknüpfungsweise von seiten der zu gleicher Zeit gerade in Erregung befindlichen Hirnteile keine Hemmung erfährt. Vielleicht also besteht das materielle Korrelat der an der Makula zu beob-

---

[1] Wir stellen uns somit für einen Augenblick auf den Standpunkt der letzten der drei skizzierten und mehrfach erwähnten Erklärungsmöglichkeiten.

achtenden Eigenschaft, Zentrum der Aufmerksamkeit zu sein, darin, daſs die Makula besonders zahlreiche Anschluſswege nach der Sehrinde besitzt.

So hypothetisch diese Vorstellungsweise von dem materiellen Korrelat des natürlichen Aufmerksamkeitszentrums auch sein mag, so hat sie doch den Vorzug, davon Rechenschaft abzulegen, weshalb bei einer Groſshirnaffektion immer erst an letzter Stelle das natürliche Aufmerksamkeitszentrum ergriffen wird. Denn wo auch der Herd sitzen mag, die Makula wird wegen der groſsen Zahl ihrer Anschluſswege immer noch in der Lage sein, die sie treffenden Reize der Rinde zu übermitteln.

Allerdings haben wir gesehen, daſs das natürliche Aufmerksamkeitszentrum nicht immer mit der Makula zusammenzufallen braucht, sondern daſs es in gewissen Schielfällen auch nach einer anderen Netzhautstelle rücken kann. Im Sinne der hier ausgesprochenen Vermutung vom materiellen Korrelat des natürlichen Aufmerksamkeitszentrums würde das heiſsen, daſs jetzt eine andere Netzhautstelle, als die Makula, die meisten Anschluſswege nach der Rinde besitzt. Hierin scheint ein Widerspruch zum Vorigen zu liegen. Der Widerspruch verschwindet indessen, wenn man sich die Vorstellungsweise v. Monakows gegenwärtig hält, wonach von der Menge der anatomisch vorgegebenen Verbindungswege gewohnheitsmäſsig immer nur ein relativ kleiner Teil benutzt wird. Wir könnten daher annehmen, — und wir würden mit dieser Annahme dem berührten Widerspruch entgehen — das materielle Korrelat der Eigenschaft einer Netzhautstelle, natürliches Aufmerksamkeitszentrum zu sein, bestehe darin, daſs die betreffende Netzhautstelle die meisten ausgeschliffenen, durch Übung gebahnten Anschluſswege besitzt.

IV. Abschnitt.

Über die psychologische Fundierung des Gröfsenurteils (Bedeutung des Zweikomponentensatzes für den Vergleichsvorgang).

§ 1.

Zu den Beobachtungen, über welche jetzt berichtet werden soll, sei von vornherein bemerkt, dafs wir eine streng systematische und auf den Grund gehende experimentelle Weiterverfolgung derselben wegen der Schwierigkeit des Gegenstandes zurzeit nicht geben können. Es liegt in der Natur des Gegenstandes, dafs quantitative Untersuchungen nach dem Vorbilde der Naturwissenschaft auf diesem Gebiete schwer ausführbar sind.

Es sei gestattet, mit der Schilderung eines Erlebnisses zu beginnen, welches mir seinerzeit ebenso viel Unruhe, wie vergebliche Mühe und Kopfzerbrechen bereitet hat.

Untersuchungen über die Sehgröfse beschäftigten mich bereits längere Zeit, bevor ich auf die Bedeutung des Aubert-Foersterschen Gesetzes aufmerksam wurde. Meine Bestrebungen liefen damals zunächst darauf hinaus, beim Rollettschen Versuch, sowie bei Linsenmikropsie die Abhängigkeit der scheinbaren Gröfse vom Konvergenz- bzw. Akkommodationsaufwand zu ermitteln. Das Objekt, welches ich mittels der Konvergenzplatten zunächst betrachtete, bestand in einer unausgefüllten, durch zwei kurze horizontale Striche begrenzten Distanz, die in vertikaler Stellung gerade vor der Nasenwurzel, also von beiden Augen des Beobachters gleich weit entfernt, dargeboten wurde

Verschiedene Gründe bestimmten mich, die quantitative Untersuchung unter Zugrundelegung gerade eines solchen Objektes zu beginnen. Einmal schien es der am wenigsten komplizierte Fall zu sein; aufserdem aber hoffte ich, auf diesem Wege am schnellsten zu einer vorläufigen Orientierung

über das vorliegende Gebiet zu gelangen; denn mit jenen Beobachtungen, welche während eines Gebirgsaufenthaltes angestellt wurden, konnte ich mangels aller Vpn. nichts anderes beabsichtigen, als die Faktoren kennen zu lernen, welche bei einer späteren Untersuchung Beachtung verdienen würden. Hatte ich mich nun einmal dafür entschieden, den unter Mikropsie betrachteten Gegenstand durch Nachzeichnen zu reproduzieren, so war das einfachste Objekt, d. h. die von Strichen begrenzte Distanz, das geeignetste.

Bereits vor diesen Versuchen hatte ich während einer Reihe von Monaten mit den Konvergenzplatten operiert. Die beobachteten Objekte waren jedoch von anderer Art gewesen; der damalige Versuchszweck forderte Beobachtungsgegenstände, die einerseits mannigfache Details aufwiesen, und deren scheinbare Gröfse andererseits aus der Erfahrung bekannt ist; in erster Linie waren Geldstücke verwendet worden. Auf Grund dieser zahlreichen und zu verschiedenen Zeiten wiederholten Beobachtungen glaubte ich den Grad der verkleinernden Wirkung, welche meine Platten bei verschiedenen Neigungswinkeln besitzen, mit ziemlicher Genauigkeit zu kennen.

Zu meinem nicht geringen Erstaunen machte ich nun die Beobachtung, dafs bei Zugrundelegung der von Strichen begrenzten Distanz die verkleinernde Wirkung der Konvergenzplatten teils ausblieb, teils nur mit gröfster Aufmerksamkeit und nach oft wiederholten Beobachtungen konstatiert werden konnte. Die Versuchsumstände — Neigungswinkel der so dicht wie möglich vor das Antlitz gehaltenen Platten, Entfernung des Objektes vom Beobachter — waren von der Art, dafs auf Grund meiner früheren Erfahrungen mit anderen Objekten und der darauf gegründeten Erwartungen eine deutliche und erhebliche Verkleinerung eintreten mufste.

Ich stellte mir nun sofort andere Objekte her; aus schwarzem Papier wurden Quadrate, Rechtecke (darunter auch ganz schmale: dicke Striche) und Kreise ausgeschnitten und auf weifse Kartons geklebt, wobei die Seitenlänge der Quadrate und Rechtecke, sowie die Länge der Striche mit derjenigen der Strichdistanzen übereinstimmte. Diese Objekte, sowie konkrete Gegenstände verschiedener Art wurden nun unter denselben Versuchsumständen beobachtet, d. h. bei gleichem Neigungswinkel der Platten und gleicher Entfernung des Objektes vom Beobachter. Auch die Art der Beobachtung war die gleiche.

Die Platten waren mittels Siegellack auf einem Brettchen befestigt, welches einen den vorspringenden Teilen des Antlitzes Rechnung tragenden

Ausschnitt besaſs. Die Vorrichtung wurde zunächst vor das Auge gehalten und dann in der Richtung nach unten weggezogen. Verglichen wurde im Augenblicke des Wegziehens.

Unter denselben Versuchsumständen, unter denen eine Verkleinerung der von Strichen begrenzten unausgefüllten Distanz nicht, oder wenigstens nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte, war die Verkleinerung bei Quadraten, Rechtecken, Streifen und Kreisen durchaus deutlich und von beträchtlichem Grade. Die gleiche Verschiedenheit des Ausfalls der Beobachtungen, je nach Wahl der Objekte, ergab sich bei Linsenmikropsie.

Die ursprünglich geplanten Versuche stieſsen somit auf ungeahnte Schwierigkeiten; schon beim ersten Schritte ergaben sich Verwicklungen psychologischer Art, deren Auflösung mir nicht gelingen wollte. Ich habe jene Beobachtungen immer von neuem wiederholt, stets mit dem gleichen Erfolge. Das Endergebnis war der Entschluſs, die geplanten Versuche fallen zu lassen und zuzusehen, ob man nicht auf einem ganz anderen Wege in das Gebiet der scheinbaren Gröſse eindringen könne. Die Erscheinungen, welche ich beobachtet hatte, legten nur neue Fragen vor, gaben aber auf diejenigen, welche ich gestellt hatte, keine Antwort; sie erschienen mir als zu kompliziert, um als Eintrittspforte in das Gebiet der scheinbaren Gröſse dienen zu können.

Nach Verlauf eines Jahres wurde ich, diesmal durch andersartige Interessen, dazu geführt, schwarze Quadrate mittels Konvergenzplatten und Konkavgläsern zu beobachten. Die Seitenlänge der Quadrate, an welchen ich die hier zu beschreibende Beobachtung zum ersten Male machte, betrug 7 cm, die Entfernung vom Auge ungefähr 35 cm, die Stärke der Linse — 3 D. Die Mitte des Quadrates war nicht besonders bezeichnet, doch suchte ich in beiden Beobachtungskonstellationen denjenigen Punkt zu fixieren, welchen ich für den Schnittpunkt der Diagonalen hielt. Ich achtete wiederum auf den Eindruck, welchen ich in dem Moment erhielt, in welchem ich die Platten, bzw. die Linse vom Auge entfernte. In dem Moment des Wegziehens drängte sich mir nun folgender Eindruck mit groſser Deutlichkeit auf. Bei Beobachtung mittels der Platten, bzw. der Linsen, hatte ich, obwohl ich den Mittelpunkt fixierte, das ganze Quadrat im peripheren Sehen überblickt. Ich hatte den Eindruck, das Quadrat simultan zu überschauen; ich gewann das Bild des Quadrates also nicht durch konstruktives Zusammensetzen, indem ich etwa meine Aufmerksamkeit nacheinander auf die vier rechten Winkel richtete; vielmehr nahm ich das Quadrat als

simultanes Bild wahr; genauer, als scheinbar simultanes Bild. Auch von dem anstoſsenden weiſsen Grunde glaubte ich noch einen Teil zu überschauen.

Beim Wegziehen der Platten, bzw. der Linse erfolgte hierin mit groſser Deutlichkeit und Eindringlichkeit eine wesentliche Änderung. Ich übersah sicherlich in den ersten Augenblicken nach dem Wegziehen nicht mehr das ganze Quadrat, geschweige denn einen Teil des anstoſsenden Gebietes, sondern nur den mittleren Teil des Quadrates. Ich sah nur ein relativ kleines Stück schwarzen Feldes deutlich; auſserdem bemerkte ich noch, jedoch weniger deutlich und sicher, daſs dieses Feld, soweit die Fläche übersehen werden konnte, in ein Feld von gleichfalls schwarzer Färbung eingebettet war. Später trat dann wiederum, obwohl ziemlich langsam, eine Ausdehnung der Aufmerksamkeit ein. Ich nahm wiederum wahr, daſs die Figur wirklich ein Quadrat darstelle; freilich war das Bild, wie mir schien, nicht mehr mit Sicherheit als ein scheinbar simultanes zu bezeichnen. Ich glaube stets deutlich bemerkt zu haben, daſs ich bei Fixation des Mittelpunktes die ganze Figur nicht mehr gleichzeitig überblickte, vielmehr ihre einzelnen Teile mit der Aufmerksamkeit sukzessiv durchwanderte. Obwohl demnach bezüglich des Verhaltens der Aufmerksamkeit gegenüber der Figur zwischen beiden Konstellationen auch bei längerer Fortsetzung der Betrachtung ein Unterschied bestand, so war doch nur die im Moment des Wegziehens eintretende Änderung von überraschender und frappierender Deutlichkeit. Ich habe die Beobachtung zu verschiedenen Zeiten, und zwar stets mit gleichem Erfolge, wiederholt.

Zunächst war zu entscheiden, ob die im Moment des Wegziehens mit so sinnfälliger Deutlichkeit eintretende Änderung etwa nur auf dem Umstand beruht, daſs das eine Mal überhaupt mit bewaffnetem, das andere Mal überhaupt mit unbewaffnetem Auge beobachtet wurde.

Diese Frage ist jedoch zu verneinen. Konvexlinsen, sowie ROLLETTsche Platten in Divergenzstellung erzeugen Makropsie, wenngleich dieselbe nicht so hoher Grade fähig zu sein scheint[1], wie die mit Konkavlinsen und Konvergenzplatten zu erzeugende Mikropsie. Ich habe in den oben geschilderten Beobachtungen

---

[1] Messende Untersuchungen liegen meines Wissens bis jetzt nicht vor. Eine Untersuchung in dieser Richtung habe ich in Angriff genommen.

die Konvergenzstellung der Platten durch Divergenzstellung, die Konkavlinse durch eine Konvexlinse ersetzt. Oftmalige Wiederholung der Beobachtung ergab, daſs im Moment des Wegziehens zumeist eine Zunahme des simultan übersehbaren Bezirkes bemerkt wurde, wenngleich die Zunahme, entsprechend dem geringeren Grad der Makropsie, bei weitem nicht von so überraschender Deutlichkeit war, wie die Abnahme im Falle der Mikropsie, und einigemal sogar überhaupt nicht konstatiert werden konnte.

Ich ging nun zu anderen Objekten über, zunächst zu der Betrachtung von unausgefüllten Distanzen, welche auf weiſsem Papier durch kleine horizontale Querstriche abgegrenzt waren. Die Gröſse der in Leseweite aufgestellten Distanzen lag zwischen 1 und 15 cm.

Einmal heftete ich in beiden Konstellationen den Blick auf denjenigen Punkt, welchen ich für die Mitte der Distanz hielt, das andere Mal lieſs ich, gleichfalls in beiden Konstellationen, den Blick von einem Endpunkt zum anderen schweifen. Diese beiden Arten der Beobachtung wurden in Wechsel miteinander vorgenommen.

Hierbei fiel mir — ich urteilte wieder im Augenblicke des Wegziehens — ein erheblicher Unterschied in der Wirkung auf die scheinbare Gröſse auf. Es zeigte sich nämlich, daſs ich bei bewegtem Blick und einer Linse von — 1 und — 2 D niemals eine Gröſsenänderung wahrnahm, während unter sonst gleichen Umständen die Gröſsenänderung bei der Beobachtung mit ruhendem Blick stets und unzweifelhaft vorhanden war. Bei den Linsen — 2,5, — 3 und — 3,5 D wurde bei bewegtem Blick sehr häufig keine Gröſsenänderung bemerkt; konnte sie überhaupt konstatiert werden, so war sie stets geringfügig und nur mit geringer Sicherheit zu konstatieren. Bei — 4 und — 4,5 D war eine Gröſsenänderung auch bei bewegtem Blick fast stets vorhanden; aber sie war regelmäſsig sehr viel schwächer und weniger deutlich als bei ruhendem Blick. Bei sehr kleinen Strecken (etwa 1 bis 3 cm) war ein Unterschied zwischen der Betrachtung mit bewegtem und unbewegtem Blick zuweilen überhaupt nicht wahrzunehmen, jedenfalls war er nie sehr ausgeprägt.

Ferner bemerkte ich, daſs bei der Betrachtung mit ruhendem Blick jene oben geschilderten Eindrücke auch hier ganz deutlich auftraten, während sie sich bei Betrachtung mit be-

wegtem Blick nur selten, und dann nur mit geringer Deutlichkeit, zeigten. Verwandte ich statt der unausgefüllten Distanzen Striche, so waren alle jene Unterschiede bezüglich der Gröſsenänderung und der Nebeneindrücke auch vorhanden, aber nicht ganz so deutlich und frappierend.

Ich stellte mir ferner Quadrate und Rechtecke in verschiedenen Gröſsen her. Die aus schwarzem Papier ausgeschnittenen Figuren wurden auf gröſsere weiſse Kartons aufgeklebt. Beobachtet wurde jetzt immer mit ruhendem Blick, indem ich die Stelle fixierte, die ich für die Mitte hielt. Hierbei konnte bei den kleineren Rechtecken und Quadraten ($0{,}5^2$ bis etwa $2{,}5^2$) bei Verwendung schwacher Linsen eine Gröſsenänderung oft überhaupt nicht wahrgenommen werden, während sie bei Betrachtung gröſserer Rechtecke und Quadrate mittels derselben Linse sicher und deutlich in Erscheinung trat. Schon früher hatte ich bei der Betrachtung konkreter Gegenstände bemerkt, daſs eine Linse bei Zugrundelegung gröſserer Beobachtungsgegenstände eine deutlich verkleinernde Wirkung besaſs, während dieselbe bei kleinen Objekten gänzlich auszubleiben schien.

Schlieſslich verglich ich die Gröſsenänderung einerseits bei Quadraten, andererseits bei leeren, nur von horizontalen Querstrichen begrenzten Distanzen, deren Länge der der jeweiligen Quadratseite gleich war. Die ersteren betrachtete ich mit ruhendem, die letzteren mit bewegtem Blick. Bei den Quadraten war sowohl die Gröſsenänderung, wie die Deutlichkeit der geschilderten Nebeneindrücke stets sehr viel erheblicher.

Alle diese Beobachtungen wurden sehr häufig und zu verschiedenen Zeiten wiederholt.

§ 2.

Es handelte sich jetzt darum, diese Beobachtungen zu sichern. Man könnte ja einwenden, daſs der Verfasser, welcher sich gerade mit dem A. F. G. beschäftigt hat, mit Wahrscheinlichkeit dazu neigen würde, auf die von jenem Gesetze ausgesagten Tatsachen besonders zu achten, und sich gewöhnt habe, sie beim Mikropsieversuch zur Grundlage des Gröſsenurteils zu machen. Da es sich hier demnach möglicherweise nur um eine durch besondere Verhältnisse auf künstlichem Wege geschaffene Assoziation

handele, so könne aus jenen Beobachtungen nicht geschlossen werden, dafs sich das Urteil im allgemeinen auf die geschilderten Eindrücke stützt.

Demgegenüber möchte ich zunächst nochmals darauf hinweisen, dafs die eingangs dieses Kapitels geschilderten Beobachtungen vom Verfasser lange vor dem Eintritt in die Beschäftigung mit dem A. F. G. angestellt worden sind.

Geeignete Vpn. zu Mikropsieversuchen zu erhalten, ist meist schwierig [1], namentlich aber, wenn nur einigermafsen geschulte Beobachter in Frage kommen — ein Fall, der stets vorliegt, wenn das Verhalten der Vp. durch eine genauere Instruktion eingeengt werden mufs. Ich bin darum Herrn Prof. Müller für die mir gütigst gewährte Erlaubnis, die betreffenden Beobachtungen von einigen Teilnehmern an den psychologischen Übungen anstellen zu lassen, zu besonderem Danke verpflichtet. Die Darbietung des Objektes erfolgte unter denselben Umständen, wie bei den von mir selbst angestellten Beobachtungen. Es wurde also gleichfalls nach dem im Augenblick des Wegziehens erhaltenen Eindruck geurteilt.

Fragen, welche suggestiv hätten wirken können, wurden nach bestem Wissen und Gewissen vermieden. Aus demselben Grunde wurden die notwendigen Fragen in die disjunktive Form gekleidet. Es wurde stets in der gleichen Weise gefragt, ob das Objekt nach dem Wegziehen der Linse in gleicher oder in anderer Gröfse erscheine als zuvor. In gewissen Fällen trat hierzu noch die Frage, ob die Gröfsenänderung in zwei Konstellationen gleich deutlich, oder ob sie in einer derselben deutlicher sei.

Die Urteile wurden, falls nicht ausdrücklich das Gegenteil angegeben ist, mit bemerkenswerter Bestimmtheit abgegeben. Die einzelnen Beobachtungen wurden mehrmals wiederholt.

Da die zur Verfügung stehende Zeit nicht sehr reichlich bemessen war, konnten sich die Beobachtungen, wenn nicht die Sorgfalt leiden sollte, nur auf eine beschränkte Zahl von Prüfungsobjekten erstrecken.[2]

---

[1] Nach meinen zu sicheren Schlüssen allerdings noch nicht ausreichenden Erfahrungen scheint das Phänomen der Linsenmikropsie nur bei jugendlichen Personen (Abnahme des Akkommodationsbereichs mit zunehmenden Jahren?), sowie bei Nichtkurzsichtigen (Einflufs des Tragens der Brille?) in deutlicher Ausprägung erzeugbar zu sein.

[2] Überhaupt hält der Verf. dieses Gebiet mit den mitgeteilten Beobachtungen keineswegs für erschöpft; er hofft vielmehr auf diesen Gegenstand nochmals zurückzukommen. Äufsere Gründe hindern ihn, die Untersuchung schon jetzt in erwünschter Vollständigkeit durchzuführen.

Wir geben nun den wesentlichen Inhalt der Beobachtungen wieder. Die zunächst mitzuteilenden Beobachtungen beziehen sich auf die von kurzen Strichen begrenzte Distanz. Einmal wurde, und zwar in beiden Konstellationen, die für den Halbierungspunkt gehaltene (aber nicht äufserlich markierte) Stelle fixiert, ein andermal sollte die Vp. den Blick zwischen den Endpunkten der Strecke hin- und herschweifen lassen.

Herr Galle. Linse — 1 D. Punktdistanz 20 mm. In beiden Fällen sehr bedeutende Verkleinerung;[1] der Grad derselben ist in beiden Fällen ungefähr gleich. — Punktdistanz 60 mm. In beiden Fällen bedeutende Verkleinerung. — Punktdistanz 110 mm. Bei Fixation der Mitte ist die Verkleinerung sicher bedeutender als bei bewegtem Blick.

Frl. Heine. Linse — 3 D. Punktdistanz 60 mm. Bei Fixation starke Verkleinerung, bei bewegtem Blick schwächere Verkleinerung.

Herr Janssen. Linse — 3 D. Urteil nach den ersten Beobachtungen: in beiden Fällen Verkleinerung, jedoch bei bewegtem Blick geringer. Urteil bei weiterer Fortsetzung und öfterer Wiederholung der Beobachtung: bei Fixation Verkleinerung, im anderen Falle keine Verkleinerung.

Herr Möller. Linse — 3 D. Punktdistanz 60 mm. Bei Fixation deutliche Verkleinerung, etwa auf $^5/_6$ der Länge. Bei bewegtem Blick eine Verkleinerung nicht wahrnehmbar.

Ein wenig abweichend verhält sich nur die Aussage von Herrn Krell. Linse — 3,5 D. In beiden Fällen Verkleinerung. Eine Vergleichung des Grades der Verkleinerung ist nicht möglich. Beobachter ist nicht sicher, ob er die Instruktion wirklich befolgt.

Es folgen nun die an Strichen angestellten Beobachtungen.

Herr Galle. Linse — 1 D. Strich 30 mm. Sowohl bei Fixation der Mitte des Striches, als auch bei bewegtem Blick deutliche Verkleinerung. Eine Verschiedenheit des Verkleinerungsgrades bei beiden Darbietungsarten ist nicht wahrnehmbar. — Strich 90 mm. Deutliche Verkleinerung. Ein Urteil über den Grad der Verkleinerung bei beiden Darbietungsformen ist kaum möglich. — Strich 160 mm. Bei beiden Darbietungsformen deutliche Verkleinerung. „Über eine Verschiedenheit des Grades der Gröfsen-„änderung in beiden Fällen läfst sich eigentlich überhaupt nichts Be-„stimmtes aussagen, aber bei Fixierung des Mittelpunktes springt die „Differenz mehr hervor; da ist sie frappierender als im anderen Falle."

[1] Wie leicht begreiflich, ist in diesem Falle die Beziehung des Urteils auf den ersten Reiz das natürlichere Verhalten, während ja im allgemeinen die entgegengesetzte Verhaltungsweise näher liegt.

Herr Janssen. Linse — 3 D. Strich 60 und 90 mm. In beiden Fällen gleich deutliche Verkleinerung.[1]

Herr Möller. — 3 D. Strich 60 mm. Bei Fixation Verkleinerung sehr stark, bei bewegtem Auge geringere Verkleinerung. — Strich 160 mm. Dasselbe.

Wir gehen nun zu den Beobachtungen des Quadrates und der Punktdistanz über.

Herr Galle. — 3 D. Quadrat und Punktdistanz 60 mm. Quadrat bedeutende Verkleinerung, Punktdistanz auch, aber vielleicht nicht so deutlich. — Linse von — 1 D. Quadrat bedeutende Verkleinerung. Punktdistanz, Verkleinerung nicht deutlich wahrnehmbar.

Frl. Heine. — 3 D. Quadrat und Punktdistanz 70 mm. Quadrat deutliche Verkleinerung. Punktdistanz keine Verkleinerung.

Herr Janssen. — 3 D. Quadrat und Punktdistanz 60 mm. Quadrat ganz deutliche Verkleinerung. Punktdistanz, Verkleinerung „eigentlich nicht wahrzunehmen".

Herr Krell. — 3,5 D. Quadrat und Punktdistanz 60 mm. Anfängliche Aussage: „In beiden Fällen deutliche Verkleinerung"; doch ist Beobachter ungewiſs, ob die Instruktion genau befolgt wurde. Wenn die Punktdistanz wirklich sicher mit bewegtem Blick betrachtet wird, ist die Verkleinerung nicht sehr deutlich.

Herr Möller. — 3 D. Quadrat und Punktdistanz 60 mm. Quadrat deutliche Verkleinerung. Punktdistanz, „vielleicht auch eine geringe Verkleinerung da, aber nicht mit Sicherheit zu sagen".

Wir schlieſsen mit den Beobachtungen der Rechtecke.

Herr Galle. — 1 D. Rechteck (70 × 50). Deutliche Verkleinerung. — Rechteck (5 × 3,5), auch Verkleinerung, „aber nicht so frappierend".

Herr Janssen. — 3 D. Rechteck (70 × 50), deutliche Verkleinerung. — Rechteck (7 × 5), nicht sehr deutlich verkleinert.

Herr Möller. — 3 D. Rechteck (70 × 50), Verkleinerung bedeutend bei Mikropsie kaum $^3/_4$ des Rauminhalts. — Rechteck (7 × 5), geringe Verkleinerung wohl auch noch da, aber nicht sehr deutlich.

Frl. Heine. Streifen (70 × 18), ganz deutliche Verkleinerung. — Streifen (5 × 2). Eine Verkleinerung ist kaum zu bemerken.

Blicken wir nochmals auf die Gesamtheit dieser Beobachtungen zurück!

---

[1] Es wäre, wie ich bei der nachträglichen Durchsicht der Beobachtungen bemerke, rätlich gewesen, zu noch gröſseren Strichen überzugehen. Mit der Knappheit der für diese Beobachtungen zugemessenen Zeit möge man diese und andere Mängel entschuldigen.

Zunächst möchte ich die von mir selbst angestellten Beobachtungen ins Auge fassen.

Zwischen den hier mit der Punktdistanz vorgenommenen Versuchen und den eingangs dieses Teiles berichteten Erfahrungen (S. 353 f.) dürfte eine enge Beziehung bestehen. Für die Erklärung der letzteren scheint mir von Wichtigkeit zu sein, daſs bei längeren unausgefüllten Distanzen, welche von Punkten oder Strichen begrenzt werden, wie ich auf das Bestimmteste behaupten kann, die Betrachtung mittels bewegten Blickes das für meine Person natürlichste Verhalten ist. Bei jenen eingangs dieses Teiles erwähnten Beobachtungen verwandte ich aber nur längere Distanzen, einmal, weil ich mir sagte, daſs die Fehlerquellen, welche mit jeder Methode, die Gröſsengleichungen herzustellen sucht, verbunden sind, um so weniger ins Gewicht fallen werden, je gröſser absolut genommen die zu vergleichenden Strecken sind; vor allem aber, weil ich an Objekten noch früherer Beobachtungen (konkrete Gegenstände) wahrgenommen hatte, daſs ich bei groſsen Objekten eine Verkleinerung oft und sicher konstatierte, während ich bei kleinen unter gleichen Umständen (gleiche Linse, gleiche Entfernung) beobachteten Gegenständen höchst zweifelhaft war. Es ist nach alledem verständlich, daſs ich bei den S. 353 f. erwähnten Beobachtungen eine deutliche Verkleinerung nicht erzielte.

Ich möchte nun einen Versuch machen, diese Beobachtungen zu deuten, indem ich wiederum von meinen eigenen Beobachtungen ausgehe. In allen jenen Fällen, in denen eine deutliche Gröſsenänderung vorhanden war, zeigte sich gleichzeitig das Phänomen, daſs im Augenblick des Wegziehens die Gröſse des simultan überschaubaren Bezirkes eine Änderung erfuhr. In denjenigen Fällen, in denen die Gröſsenänderung weniger deutlich oder überhaupt nicht zu bemerken war, zeigte sich jenes Phänomen entweder gar nicht oder nur in wenig ausgeprägter Form. Es liegt demnach nahe, zwischen beiden Tatsachen einen ursächlichen Zusammenhang zu vermuten. Ist nun dieser Zusammenhang in der Weise zu denken, daſs die Wahrnehmung der Gröſsenänderung die primäre Erscheinung ist, welche das geschilderte Phänomen als Wirkung nach sich zieht, oder stützt sich etwa umgekehrt unser Urteil über Gröſsenänderung eben auf jenes Phänomen? Erklären wir vielleicht von zwei im übrigen gleichartigen Gegenständen den einen darum für schein-

bar kleiner als einen anderen, weil wir — entweder überhaupt oder wenigstens im Augenblicke des Eintretens bzw. Aufhörens der Mikropsie — einen gröfseren Bezirk desselben simultan überschauen?

Die erste der beiden Hypothesen verwickelt uns in Unbegreiflichkeiten, die zweite erscheint in hohem Mafse wahrscheinlich.

Dafs eine Verschiedenheit in der Ausdehnung des simultan Wahrgenommenen bei Fixation leichter bemerkt wird als bei bewegtem Blick, ist ohne weiteres verständlich. Bei bewegtem Blick werden sich im allgemeinen im letzten Augenblick der ersten Konstellation und im ersten Augenblick der zweiten verschiedene Punkte der Zeichnung auf der Netzhaut abbilden. Sollte die Erscheinung auch in diesem Falle noch mit erheblicher Deutlichkeit auftreten, so würden der Psyche ziemlich schwierige Leistungen zugemutet werden. Wir müfsten die Fähigkeit besitzen, an verschiedenen Stellen der Figur die Gröfse des simultan übersehenen Bezirkes zu vergleichen.

Viel einfacher liegen die Dinge bei Fixation. Im Falle der Mikropsie wird ein gewisser Bezirk der Figur simultan übersehen. Wird das Glas weggezogen, so sind die periphersten Teile der Zeichnung, welche eben noch gleichzeitig mit dem Fixierpunkt sichtbar waren, im ersten Augenblick nach dem Wegziehen für den Beobachter einfach nicht mehr da, wenn auch nachträglich wieder eine Ausdehnung der Aufmerksamkeit stattfinden mag. Fällt in diesem Falle etwas hinweg, so tritt umgekehrt beim Wegziehen einer makropisch wirkenden Vorrichtung etwas hinzu. Ich meinerseits empfinde im Augenblicke des Wegziehens eine Art von Chok; Herr Galle findet die Gröfsenänderung der Punktdistanz bei Fixation „frappierender". Der eindringliche Charakter des Phänomens bei Fixation ist ebenso verständlich, wie sein Ausbleiben bei bewegtem Blick.

Dafs das Phänomen, und damit die Gröfsenänderung, bei einem sehr kleinen Rechteck, welches nicht nur bei Mikropsie, sondern auch bei gewöhnlicher Betrachtung mühelos simultan übersehen wird, ausbleibt, ist gleichfalls verständlich. Ferner wird eine Figur von flächenhafter Erscheinung, wie das schwarze Quadrat, für das Eintreten des Phänomens günstigere Bedingungen darbieten als eine Punktdistanz. Die Beobachtungen befinden sich also mit der zweiten Hypothese im Einklang: auf jeden

Fall widersprechen sie derselben nicht. Wie verhält es sich nun mit der ersten Hypothese?

Wenn eine Änderung des Akkommodationszustandes eine Änderung der scheinbaren Gröfse hervorbringt, so ist durchaus nicht abzusehen, aus welchem Grunde der Grad dieser Änderung von der geometrischen Gestalt des betrachteten Objektes abhängen sollte. Betrachten wir irgend einen Komplex von Gegenständen, z. B. einen Teil eines Zimmers, bei Linsenmikropsie, so ändert sich ja in den Gröfsen verhältnissen der Gegenstände gar nichts. Auch Hering hat hervorgehoben, dafs wir zwar zu verschiedenen Zeiten den Sehraum mit verschiedenen Mafsstäben messen, dafs aber die Gesamtheit der gleichzeitig auf der Netzhaut abgebildeten Gegenstände mit demselben Mafsstab gemessen wird.

Ebenso unverständlich ist, weshalb gerade bei dem durch das Vorsetzen der Linse geforderten Akkommodationszustande primär eine Verschiedenheit der scheinbaren Gröfse bestehen sollte, je nachdem das Auge bewegt wird oder nicht. Fragt man sich, ob man unter gewöhnlichen Umständen einen Gegenstand in erheblich verschiedener scheinbarer Gröfse wahrnimmt, je nachdem man ihn mit fester oder mit bewegter Blickrichtung betrachtet, so wird man diese Frage wohl unbedenklich mit „nein“ zu beantworten haben. Diese Beobachtung nun aber läfst sich bei allen möglichen Akkommodationszuständen anstellen.

Die Bestätigungen durch die anderen Versuchspersonen bezogen sich zwar nur auf die Beobachtung des Unterschieds der Sehgröfse. Über das Verhalten der Gröfse des simultan überschaubaren Bezirkes im ersten Moment nach dem Wegziehen sagen sie nichts aus. Allein es ist gar nicht verwunderlich, dafs einem naiven und mit Absicht sich selbst überlassenen Beobachter in dieser Hinsicht nichts auffällt, selbst wenn sich sein Gröfsenurteil auf jene Eindrücke stützen sollte. Auch ich selbst habe auf jene Eindrücke erst geachtet, nachdem ich die Gültigkeit des A. F. G. beim Mikropsieversuch kennen gelernt hatte, obwohl ich die Gröfsenänderung, welche bei Mikropsie einerseits ein Quadrat, andererseits eine Punktdistanz erfuhr, schon früher häufig verglichen hatte. Den Vpn. von diesen Tatsachen Mitteilung zu machen und sie daraufhin auszufragen, wäre nicht angezeigt gewesen.

—

Es ist jedoch am einfachsten, die Beobachtungen der anderen Vpn. in derselben Weise zu erklären, wie die von mir selbst angestellten. Zudem dürfte in der Äuſserung des Herrn Galle, daſs die Gröſsenänderung bei Fixation „frappierender" sei, ein gewisser Hinweis auf die Wirksamkeit jener Eindrücke enthalten sein. Wenn übrigens dieser Beobachter die Gröſsenänderung bei Fixation einmal „nicht eigentlich für bedeutender", sondern nur für „frappierender" hält, somit also beides nicht gleichsetzt, wie man auf Grund unserer Ausführungen erwarten könnte, so habe ich zu bemerken, daſs auch mir ähnliche Beobachtungen untergelaufen sind, und zwar bereits vor dem Eintritt in die Beschäftigung mit dem A. F. G. Ich hatte nämlich bei der Beobachtung von Strichen mittels Konkavlinsen verschiedener Stärkegrade zuweilen den Eindruck, daſs im Falle der stärkeren Linse nicht eigentlich die Gröſsenänderung bedeutender sei, sondern daſs ich bei ihrer Verwendung im Augenblick des Wegziehens ganz im allgemeinen ein stärkeres „Anderswerden" des Gesamteindruckes bemerkte, einen stärkeren Chok erlebte als im Falle der schwächeren Linse, ohne daſs ich mir damals über das Wesen dieser verschiedener Grade fähigen Änderung klar werden konnte. Eine starke Neigung, diese Verschiedenheit als eine Verschiedenheit der scheinbaren Gröſse anzusehen, bestand freilich auch hier. Hatte ich nun aber mit vieler Mühe und mit groſser Unsicherheit diejenigen Streckenlängen hergestellt, denen die durch die verschiedenen Gläser betrachtete Strecke gleich erschien, so blieb immer das beunruhigende Bewuſstsein zurück, daſs ich, auch abgesehen von der Unsicherheit bei der Wahl der für gleich gehaltenen Strecke, für eine richtige Auflösung der Aufgabe nicht bürgen könne. Einerseits war in dem Eindruck zweifellos ein Moment enthalten, welches mich nötigte, einer unter Mikropsie verschiedenen Grades betrachteten Strecke bei gewöhnlicher Beobachtungsweise Strecken von verschiedener Länge gleichzusetzen, andererseits aber schien mir doch die Verschiedenheit des Eindruckes, welchen die beiden objektiv ungleichen Strecken erweckten, von wesentlich anderer Art zu sein als der Unterschied, den ich beobachtete, wenn ich ein- und dieselbe Strecke abwechselnd durch Linsen von verschiedener Stärke betrachtete. Dies geschah auch dann, wenn die Beobachtungen aus solcher Entfernung vorgenommen wurden, daſs die Körnung des Papieres, welche ja bei verschiedenen Graden von Mikropsie,

nicht aber bei verschieden langen Strecken eine scheinbare Veränderung erfährt, nicht mehr wahrgenommen werden konnte. Ich habe nach jener Methode auch in letzter Zeit vielfach beobachtet und stieſs dabei wiederum auf das gleiche Erlebnis. An Gegenständen des täglichen Lebens hingegen, an Münzen, Möbelstücken, Uhren usw. konnte ich diese Beobachtung niemals machen. Hier erschien, falls zwei Linsen überhaupt einen merkbar verschiedenen Erfolg hatten, dieser Unterschied stets als ein echter und unbezweifelbarer Gröſsenunterschied.

§ 3.

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Beobachtungen sind im Grunde nicht so überraschend. Daſs das Vergleichen von Strecken im allgemeinen nicht nach dem vom populären Denken angenommenen Schema vor sich geht, wonach vom ersten Eindruck stets ein Erinnerungsbild zurückbleiben muſs, welches auf den zweiten gewissermaſsen aufgedeckt wird, worauf dann die Konstatierung des Gröſsenunterschieds erfolgt, hat SCHUMANN[1] in seinen grundlegenden Arbeiten auseinandergesetzt. Die Existenz eines vom ersten Eindruck zurückgebliebenen Erinnerungsbildes zu konstatieren, war einer groſsen Reihe von geschulten Beobachtern unmöglich. Dagegen waren während des Vergleichsvorganges gewisse Nebeneindrücke zu beobachten, unter denen das „Herausschneiden", sowie die „Ausdehnung" und „Zusammenziehung" der Aufmerksamkeit eine bedeutende Rolle gespielt zu haben scheint. In gewissen Fällen machte sich die Nachwirkung des ersten Eindruckes in der Weise geltend, daſs aus der zweiten, entweder längeren oder für länger gehaltenen Strecke im ersten Augenblick ein mittleres Stück von der Aufmerksamkeit „herausgeschnitten" wurde. Der gleiche Eindruck war bei anderen Figuren, z. B. bei Kreisen, zu konstatieren. In vielen Fällen trat dann das überschüssige Stück der Figur sukzessiv hervor; es fand eine „Ausdehnung der Aufmerksamkeit" statt. Galt es die Auffassung einer kleineren Vergleichsgröſse, so wurde, bei gewissen Objekten wenigstens, im ersten Augenblick aus dem Hintergrund ein zu groſses Stück „herausgeschnitten", worauf dann eine „Zusammenziehung der Aufmerksamkeit" erfolgte.

[1] Beiträge zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen III, *Zeitschr. f. Psychol.* 30.

Freilich sind die Eindrücke, welche sich uns beim Mikropsieversuch aufdrängten, von etwas anderer Art. Daſs beim Mikropsieversuch bei der an zweiter Stelle erfolgenden und zum Vergleich dienenden Betrachtung mit unbewaffnetem Auge einmal ein Stück von der scheinbaren Gröſse des ersten Wahrnehmungsbildes herausgeschnitten wurde, konnte ich niemals beobachten. Jedenfalls aber hat schon SCHUMANN das Vorkommen von Nebeneindrücken bei der Vergleichung räumlicher Gebilde überhaupt, nachgewiesen.

Nachdem die Existenz dieser Nebeneindrücke aufgewiesen worden war, nachdem sich ferner die herkömmliche Vergleichslehre als haltlos herausgestellt hatte, sah sich SCHUMANN zu der Vermutung gedrängt, daſs sich unser Urteil beim Sukzessivvergleich tatsächlich auf jene Nebeneindrücke gründet, nicht aber auf ein unabhängig von ihnen einsetzendes „unmittelbares Verschiedenheitsbewuſstsein". Immerhin ist es nicht unbedingt ausgeschlossen, daſs jene Nebeneindrücke zwar konstante Begleiter jenes „unmittelbaren Verschiedenheitsbewuſstseins" darstellen, nicht aber selbst die Faktoren sind, auf die sich unser Gröſsenurteil stützt. Die Hypothese von der Existenz eines „unmittelbaren Verschiedenheitsbewuſstseins" ist so unbestimmt und dehnbar, daſs sie durch das Scheitern einer ihrer speziellen Fassungen, durch die Erschütterung der populären Vergleichslehre, in ihrer allgemeinen Form nicht schon als endgültig widerlegt gelten darf.

Die Wahrscheinlichkeit, daſs jenen Nebeneindrücken eine w e s e n t l i c h e Bedeutung zukommt, muſs zunehmen, wenn sich zeigen läſst, daſs in gewissen Fällen ein deutliches und ausgeprägtes Verschiedenheitsbewuſstsein dadurch zum Schwinden gebracht werden kann, daſs die Bedingungen für das Eintreten jener Nebeneindrücke in Wegfall kommen. — Wir glauben, daſs die geschilderten Beobachtungen dieser Bedingung entsprechen. Dieselben dürften daher der Lehre, daſs ein unmittelbares Verschiedenheitsbewuſstsein von Gröſsen beim Sukzessivvergleich nicht besteht, daſs sich vielmehr das Urteil auf eigenartige Eindrücke gründet, eine neue Stütze verleihen.

Es möge noch hervorgehoben werden, daſs eine Beeinflussung meiner Beobachtungen durch die Kenntnis der Arbeit von SCHUMANN mit Sicherheit ausgeschlossen ist. Wie SCHUMANN bemerkt, treten die von ihm geschilderten Nebeneindrücke nicht bei allen Individuen mit gleicher Deut-

lichkeit auf. Da sie bei mir nur schwach ausgeprägt sind, so bestand eher ein ungünstiges Vorurteil gegenüber der Schumannschen Theorie. —

Bei Strecken, welche nicht nur scheinbar, sondern auch objektiv ungleich lang sind, scheint sich der Fall nicht verwirklichen zu lassen, daſs lediglich durch Regulierung des inneren Verhaltens des Beobachters die Gröſsendifferenz dadurch zum Schwinden gebracht wird, daſs die Nebeneindrücke unterdrückt werden.

Es ist jedoch von vornherein gar nicht zu erwarten, daſs sich das Gebiet der scheinbaren und das der retinalbestimmten Gröſse in dieser Hinsicht gleich verhalten werde. Wenn in zwei Konstellationen das Netzhautbild das gleiche bleibt, die scheinbare Gröſse dagegen geändert wird, so findet eine Änderung der Erregung, bzw. ihrer Verteilung, noch nicht im Sehnerven, sondern erst auf höheren Stationen des Nervensystems statt. Ersetzt man hingegen das Netzhautbild durch ein solches von anderer Gröſse, so wird die Erregung schon in den periphersten Regionen des Nervensystems abgeändert. Daſs sich die Nebeneindrücke in beiden Fällen ganz gleich verhalten, braucht man hiernach gar nicht zu erwarten. Wie Faktoren des höheren Seelenlebens den Ablauf einer Willkürbewegung in ausschlaggebender Weise bestimmen, in die automatischen Handlungen dagegen weit weniger, in die Reflexe so gut wie gar nicht eingreifen, so werden vermutlich auch sensorische Erregungen um so leichter von der Aufmerksamkeit unterdrückt werden können, je höher die Stationen des Nervensystems sind, auf denen sie ausgelöst werden.

Hierzu kommt noch etwas anderes. Obwohl bei mir z. B. die von Schumann geschilderten Nebeneindrücke nicht sehr deutlich ausgeprägt sind, so bin ich doch imstande, die Gröſse von Strecken zu vergleichen. Schumann hebt mit Recht hervor, daſs die Nebeneindrücke wahrscheinlich gar nicht mehr deutlich wahrnehmbar zu sein brauchen, um noch das Gröſsenurteil zu bestimmen. Die Nebeneindrücke könnten, wie Schumann ausführt, allmählich zurückgetreten sein. Ein solches Zurücktreten der Nebeneindrücke, oder vielmehr ihres bewuſsten Charakters, wird aber in um so stärkerem Maſse zu erwarten sein, die Wirkungen der Nebeneindrücke werden innerhalb um so weiterer Grenzen von der Deutlichkeit ihrer Wahrnehmbarkeit unabhängig sein, je stärker eingeübt die betreffenden Vergleichsvorgänge sind. Nun unterliegt es keinem Zweifel, daſs das Vergleichen von Gegenständen in gleicher Entfernung besser eingeübt ist als die Vergleichung der scheinbaren Gröſse von Gegenständen in verschiedener Entfernung. G. Martius[1] hat mit Recht darauf hingewiesen, daſs es bei derartigen Versuchen erst einer besonderen Instruktion bedarf, durch welche die Beobachter angehalten werden, nicht die auf dem Wege von Reflexionen und Konstruktionen geschätzte oder gewuſste Gröſse der Gegenstände, sondern ihre „gesehene“ Gröſse zu vergleichen. Es ist daher nicht so ganz unverständlich, wenn die Nebeneindrücke als solche leichter

---

[1] Über die scheinbare Gröſse der Gegenstände und ihre Beziehung zur Gröſse der Netzhautbilder. *Philos. Stud.* 5.

zu Bewufstsein kommen, wo es sich nur um eine **scheinbare** Gröfsenänderung unter Konstanterhaltung des Netzhautbildes handelt, als dann, wenn der weit besser eingeübte Fall vorliegt, dafs sich die verglichenen Objekte in gleicher Entfernung befinden.

Die Bedeutung des A. F. G. erscheint nun aber in einem neuen Lichte. Die Eindrücke, auf welche wir das Gröfsenurteil beim Mikropsieversuch zurückführen zu müssen glaubten, können, wie es scheint, nur darum auftreten, weil die Wahrnehmungen beim Mikropsieversuch in der vom A. F. G. ausgesagten Weise abgeändert sind. Der Schlufs scheint gestattet zu sein, dafs jenes Phänomen eine wichtige Grundlage unseres Urteils über scheinbare Gröfse bildet.

§ 4.

Wir haben mit Absicht unterlassen, die bisherigen Schlufsfolgerungen dieses Abschnitts durch Einwände und Bedenken zu unterbrechen. Wir bemerken jetzt ausdrücklich, dafs ein in dem letzten Abschnitt gezogener Schlufs möglicherweise nicht unbedingt bindend ist. Die Beobachtungen gestatten zur Not noch eine andere Deutung als die ihnen von uns gegebene. Zwischen den beiden Erklärungsmöglichkeiten, welche sich darbieten, läfst sich zurzeit vielleicht überhaupt nicht mit unbedingter Exaktheit entscheiden. Obwohl ich die oben angedeutete Ansicht aus später darzulegenden Gründen für die wahrscheinlichere halte, bin ich zur Aufgabe derselben jederzeit bereit.

Man könnte nämlich meinen, dafs die Gröfsenänderung bei bewegtem Bick darum ausbleibt, bzw. geringer ist, weil hier die Augenbewegung als Mafsstab dient. Freilich würde uns diese Anschauung in Dunkelheiten verwickeln, die der oben vertretenen Ansicht nicht anhaften.

Münsterberg[1] hat gezeigt, dafs die Genauigkeit der Vergleichung von Strecken bei bewegtem Blick gröfser ist als bei fixiertem. v. Kries[2] hat mit Recht hervorgehoben, dafs aus dieser Tatsache auf eine dominierende Bedeutung der Augenbewegungen für die Gröfsenschätzung nicht geschlossen werden darf. Dieser Forscher hat nun seinerseits Untersuchungen an-

[1] Beitr. zur experiment. Psychol. Heft 2. 1889.

[2] Beitr. zur Lehre vom Augenmafs. In: Beitr. zur Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane (Festschr. f. Helmholtz) 1891. S. 173.

gestellt, welche, wie er hervorhebt, mehr in eine Frage als in eine Antwort auslaufen. Einerseits stellte er fest, daſs wir ein höchst unvollkommenes Vergleichungsvermögen für Sehwinkel besitzen. Andererseits glaubte er aus gewissen Versuchen folgern zu müssen, daſs wir Strecken auch dann mit relativ groſser Genauigkeit zu vergleichen vermögen, wenn wir kein anderes Kriterium besitzen als den Exkursionswinkel der Augenbewegungen.

Die letzteren Versuche bestanden darin, daſs eine auf weiſsem Hintergrund verschiebbare Spitze aus dem Gedächtnis um eine Strecke von 50 mm bewegt wurde. Die subjektive Unsicherheit war groſs; auch bestand eine Neigung, den Blick nicht folgen zu lassen. Die Genauigkeit war, obwohl in Anbetracht der Versuche über die Vergleichung von Sehwinkeln verwunderlich groſs, doch erheblich geringer als in dem Falle, in welchem noch eine zweite ruhende Spitze vorhanden ist, so daſs beide Endpunkte der Strecke markiert sind und auſser den Augenbewegungen auch das Netzhautbild als Kriterium dienen kann.

Die Annahme nun, daſs bei diesen Versuchen ausschlieſslich die Augenbewegungen als Kriterium gedient hätten, erscheint mir, wie ich mir zu bemerken erlauben möchte, nicht völlig zwingend.

An mir selbst konnte ich mittels sehr zahlreicher Selbstbeobachtungsversuche bei derartigen Einstellungen folgende Verhaltungsweisen feststellen.

Erstens kommt der Fall vor, daſs ich während der Bewegung die zurückgelegte Strecke simultan mit der vom Blick fixierten Spitze überschaue. Es scheint, daſs ich mir den Ausgangspunkt der Bewegung auch auf völlig gleichmäſsigem Grunde mit einer gewissen, wenn auch geringen Sicherheit zu merken imstande bin. Die Bewegung wird beendet, wenn der zurückgelegte und simultan mit der Spitze überschaute Weg die geforderte Länge zu haben scheint. Dieser erste Fall ist der seltenere, er kommt eigentlich nur bei sehr kurzen Strecken vor.

Den zweiten, viel häufigeren Fall glaubte ich bei meinen ersten Beobachtungen als einen Spezialfall des ersten ansehen zu müssen. Freilich bemerkte ich sofort, daſs diese Auffassung namentlich bei mittleren und längeren Strecken in der Mehrzahl der Fälle unzutreffend ist, ohne daſs ich jedoch anzugeben vermochte, worin der wesentliche Unterschied besteht. Ich bemerkte

also zunächst nur, daſs sich bei Strecken aller möglichen Längen, auch schon bei ganz kurzen (1 cm), während des Überschauens noch ein besonderer Eindruck aufdrängt. Ich glaubte nämlich beim Überschauen längs des zurückgelegten Weges eine „subjektive Linie“ zu sehen; die bewegte Spitze scheint eine Art von Spur zu hinterlassen.

Auf Nachbilder kann dieser Eindruck nicht zurückgeführt werden; denn obwohl seine Deutlichkeit mit der Schnelligkeit der Bewegung, und damit der Kürze ihrer Dauer, im allgemeinen zu wachsen schien, so konnte er doch auch in solchen Fällen konstatiert werden, in denen die Spitze hinreichend langsam bewegt wurde, um vom Blicke bequem verfolgt werden zu können.

Gegen eine wesentliche Bedeutung von Nachbildern spricht auch die Beschaffenheit des Eindruckes. Denn wenn ich z. B. einen mit einer Feder versehenen, auf einem Papier flach aufliegenden Federhalter über dasselbe hinwegführe, so müſste im Falle einer wesentlichen Bedeutung der Nachbilder nicht eine Linie, sondern vielmehr eine einem Rechteck ähnliche, jedenfalls eine flächenhafte Figur auftreten. Obwohl ein solcher flächenhafter Eindruck in seltenen Fällen tatsächlich eintrat, namentlich wenn ich nicht nur auf die Spitze der Feder, sondern auch auf die angrenzenden Teile dieser und des Halters achtete, so besaſs doch die Spur im allgemeinen die Gestalt einer, wenn auch etwas breiten und seitlich nicht scharf abgegrenzten Linie.

Als ich nun aber den weiſsen Grund durch farbige Gründe ersetzte, da bemerkte ich, daſs das überschaute Feld samt der in ihm gezogenen Spur, namentlich bei längeren Strecken, keineswegs immer in seiner ganzen Ausdehnung die Färbung des Grundes besaſs, sondern daſs ich über die Färbung des Grundes, auf dem die Spur gezogen ist, schwer Rechenschaft zu geben vermochte, und daſs ich sie, wenn eine Angabe durchaus verlangt würde, am ehesten noch, wenn auch mit geringer Sicherheit, als grau zu bezeichnen hätte. In vielen Fällen, namentlich bei längeren Strecken, besaſs nur der Anfang diese unbestimmte, bzw. graue Färbung. Die Spur war immer dunkler als der Grund. Zuweilen erstreckte sich der graue Grund bis zum direkt gesehenen Endpunkte. Freilich geschah dies immer nur für Momente, namentlich wenn ich den geforderten Punkt eben erreicht zu haben glaubte und vor endgültiger Sistierung der Bewegung den zurückgelegten Weg nochmals mit erhöhter Aufmerksamkeit überschaute. Diese Tatsache beweist, daſs die neutrale Beschaffenheit des Grundes, auf dem die Spur verläuft,

nicht durch die Eigentümlichkeit des peripheren Sehens bedingt sein kann.

Dieser Charakter der Erscheinung lieſs mich bald nicht mehr daran zweifeln, daſs es sich um die äuſsere Lokalisation eines Vorstellungsbildes oder eines Erinnerungsnachbildes in die Ebene des Hintergrundes handelt. Auch wird die Spur selbst bei Exkursionen bemerkt, bei welchen wegen ihrer Gröſse von einer wesentlichen Bedeutung des indirekten Sehens nicht die Rede sein kann, weil bei Fixation des erreichten Punktes der Ausgangspunkt nicht sichtbar ist.

Höchst überraschend war es nachträglich für mich, daſs ich den ersten und den zweiten Fall anfangs nicht auseinander zu halten vermochte, und daſs selbst jetzt bei kurzen Strecken immer noch Fälle vorkommen, in denen ich nicht mit Sicherheit sagen kann, welche der beiden Verhaltungsweisen eingeschlagen wird. Ob diese Tatsache nur in der eindringlichen Lebhaftigkeit der subjektiven Erscheinung und in dem Umstande der äuſseren Lokalisation begründet ist, oder ob vielleicht die Unsicherheit auch daher rührt, daſs je nach der Richtung der Aufmerksamkeit abwechselnd bald die subjektive Erscheinung, bald die wirklich wahrgenommene Fläche stärker in den Vordergrund des Bewuſstseins tritt, darüber vermag mir die Selbstbeobachtung keinen Aufschluſs zu geben. Sicher aber ist, daſs der erste Fall neben dem zweiten vorkommt, und daſs ich im ersten Fall gelegentlich — keineswegs immer — auf dem tatsächlich wahrgenommenen Hintergrunde, nicht in einem äuſserlich lokalisierten Vorstellungsbilde eines solchen, die Spur in Gestalt einer subjektiven Linie wahrzunehmen glaube, allerdings dann immer nur für einen kurzen Moment.

Mit Bestimmtheit kann ich behaupten, daſs mir das während der Bewegung und am Schluſs derselben simultan mit der Spitze überschaute Bild des zurückgelegten Weges als Kriterium dient, mag nun eine Spur vorhanden sein oder fehlen, und mag (wie im zweiten Falle) das wirklich Wahrgenommene durch ein äuſserlich lokalisiertes subjektives Bild fortgesetzt werden oder nicht. Da nun das simultan überschaute Bild sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Verhaltungsweise seine Entstehung nicht ausschlieſslich Augenbewegungen verdankt, da vielmehr an seinem Aufbau auch Netzhaut- und Vorstellungsbilder, bzw. Erinnerungsnachbilder beteiligt sind, so läſst sich das Ergebnis der Ein-

stellungen nicht als eine ausschliefslich den Augenbewegungen zuzuschreibende Leistung betrachten.

Man ist demnach, wie ich glaube, nicht genötigt, einen Widerspruch zwischen diesen Versuchen und den Beobachtungen beim Vergleichen von Sehwinkeln anzunehmen. Dafs wir mittels der Augenbewegungen allein Strecken auf ihre Gröfse mit einiger Genauigkeit zu vergleichen vermögen, ist bis jetzt nicht erwiesen.

Wir werden aber die Annahme, dafs bei unseren Beobachtungen an der Punktdistanz die Augenbewegungen als Kriterium gedient hätten, sogar für sehr unwahrscheinlich erklären müssen. Wäre jene Annahme richtig, so verbrächten nämlich die Augenbewegungen hier eine noch gröfsere und verwunderlichere Leistung, als wenn sie die genaue Vergleichung von Sehwinkeln ermöglichten. Derjenige Teil der Fläche, welcher sich in einem bestimmten Augenblicke auf der Netzhaut abbildet, erscheint ja unter den Bedingungen des Mikropsieversuches kleiner als bei gewöhnlicher Betrachtung. Nun fällt den durch die Netzhaut vermittelten Wahrnehmungen, wie wir anzunehmen genötigt waren, selbst dann eine wesentliche Bedeutung für das Gröfsenurteil zu, wenn man sie, wie v. Kries verfuhr, nach Möglichkeit zu eliminieren trachtet. Wenn nun trotzdem der Fall vorkam, dafs die Punktdistanz bei bewegtem Blick im Gegensatze zum Falle der Fixation die gleiche Länge zu haben schien, wie bei gewöhnlicher Betrachtung, so müfste das Kriterium der Augenbewegungen ein so bestimmendes Moment darstellen, dafs es das andere, im allgemeinen so wesentliche Kriterium, welches ja hier im entgegengesetzten Sinne spricht, dennoch zu überstimmen vermag.

Noch ein anderer Umstand spricht gegen diese Deutung. Wenn die Augenbewegungen überhaupt als Kriterium bei der Vergleichung von Strecken dienen, so ist es sehr unwahrscheinlich, dafs die gleiche Exkursion bei verschiedenen Konvergenzzuständen immer als ein Hinweis auf die gleiche Streckenlänge gelten wird. Wir nehmen ja beim gewöhnlichen Sehen keineswegs alle diejenigen Dinge in gleicher Gröfse wahr, bei deren Betrachtung derselbe Exkursionswinkel beschrieben wird. Nun sind verschiedenen Akkommodationszuständen verschiedene Konvergenzgrade assoziiert. Die Behauptung, bei Linsenmikropsie und bewegtem Blick müfste die scheinbare Gröfse gegenüber

dem Falle gewöhnlicher Betrachtung unverändert bleiben, schwebt also auch von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet in der Luft.

Allerdings kann die Lehre von den Augenbewegungen noch keineswegs als abgeschlossen gelten. Auf diesem Umstande beruht die z. Zt., wie es scheint, unabstellbare Unsicherheit der von uns gezogenen Schlüsse.

Obwohl wir demnach zwischen den beiden Erklärungsmöglichkeiten, welche sich darzubieten scheinen, nicht mit Strenge entscheiden können, so halten wir doch die oben gegebene Deutung für die wahrscheinlich richtige.

Wir bemerken noch, dafs eine physikalische Erklärung der Beobachtungen an der Punktdistanz natürlich ausgeschlossen ist. Das Moment, durch welches sich die Beobachtung bei bewegtem Blick von der bei Fixation allein unterscheiden könnte, das etwaige Auftreten der prismatischen Wirkung der Brille,[1] könnte nämlich, wie eine einfache geometrische Überlegung lehrt, nur einen Unterschied von entgegengesetzter Richtung herbeiführen, falls es überhaupt so ausgesprochen wäre, um eine merkliche Wirkung hervorzubringen.

Man kann sich eine Konkavlinse durch eine Anzahl von Prismen ersetzt denken, deren brechender Winkel vom Zentrum der Linse aus nach ihrem Rande hin zunimmt. Die brechende Kante der oberhalb bzw. unterhalb des Zentrums liegenden Prismen ist nach unten bzw. oben gewendet. Die Strahlen, welche durch die oberen und die unteren „Prismen“ einfallen, und die eine wesentliche Bedeutung für das Zustandekommen des Netzhautbildes erst dann erlangen, wenn die Sehachse nach dem betreffenden Prisma hin gewendet wird[2], werden nämlich so abgelenkt, dafs die beiden Begrenzungspunkte der betrachteten Distanz, von denen ja der obere durch ein oberes, der untere durch ein unteres „Prisma“ betrachtet wird, einander genähert erscheinen müssen.[2] Bei bewegtem Blick müfste demnach die Punktdistanz kleiner erscheinen als bei Fixation.

Eine gewisse Schwierigkeit bereitet höchstens der Umstand, dafs man bei pathologischer Beeinträchtigung der Fähigkeit des Überschauens nun im allgemeinen das Auftreten von Gröfsentäuschungen für wahrscheinlich halten würde. Bei Erkrankungen, die sich langsam entwickeln, braucht man jedoch derartige Erscheinungen schon darum nicht zu erwarten, weil im Laufe eines langgezogenen Leidens vermutlich eine Anpassung an die veränderten Bedingungen des Wahrnehmens, eine andere wechselseitige Zuordnung der Gröfsenurteile und Nebeneindrücke erfolgen wird. Bei den plötzlich einsetzenden organischen Hirnkrankheiten gehören Gröfsentäuschungen tat-

---

[1] Vgl. hierzu auch S. 35.

[2] Diese Wirkung mufs um so stärker sein, je weiter die Exkursionen des Auges sind. Denn je stärker das Auge abgelenkt wird, um so gröfser ist der brechende Winkel des „Prismas“, durch das die Hauptmenge der vom Auge aufgenommenen Strahlen in dasselbe einfällt.

sächlich zu den alltäglichen Erscheinungen. Aber einerseits ist die Zahl der genauer untersuchten Fälle zu beschränkt, und andererseits sind die Veränderungen, welche hier vorliegen, in ihrer Gesamtheit zu kompliziert und unerforscht, als dafs es schon an der Zeit wäre, die pathologischen Erscheinungen in die Psychologie des Gröfsenvergleichs hineinzuziehen.

§ 5.

Die in diesem Abschnitt mitgeteilten Beobachtungen scheinen nun aber gleichzeitig eine neue Bestätigung für die oben versuchte Theorie des A. F. G. zu enthalten, vorausgesetzt, dafs die Schlufsfolgerungen dieses letzten Abschnitts richtig sind (denn dieser Teil unserer Untersuchung liefs sich nicht mit strikter Evidenz durchführen).

Wenn Strecken miteinander verglichen werden sollen, die vom Auge gleich weit entfernt sind, so besitzen wir, wie wir sahen, ein Kriterium in der Individualität der gereizten Netzhautstellen, bzw. in der der Leitungsbahnen und Grofshirnregionen. Wenn die scheinbare Gröfse von Gegenständen verglichen wird, welche in verschiedener Entfernung aufgestellt sind, aber unter gleichem Gesichtswinkel erscheinen, fällt dieses Kriterium hinweg. Was war nach den theoretischen Anschauungen allen Fällen gemeinsam, in denen wir von der Betrachtung eines scheinbar kleinen zu der eines scheinbar grofsen Gegenstandes übergehen?

Die Gemeinsamkeit besteht, die Richtigkeit jener Theorie vorausgesetzt, darin, dafs sich die Gröfse des erregten Bezirkes der Sehsphäre ändert. Eine andere Gemeinsamkeit konnten wir nicht nachweisen. Insbesondere erwies sich die Annahme als unstatthaft, dafs etwa beim Übergang zu der Betrachtung des scheinbar grofsen Gegenstandes Hirnregionen in Aktion träten, die im Falle eines scheinbar kleinen Gesichtsfeldes periphereren Netzhautteilen zugeordnet sind.

Dieser Umstand nun, welcher allen denjenigen Fällen gemeinsam ist, in denen wir von der Betrachtung eines scheinbar kleinen zu der eines scheinbar grofsen Objektes übergehen, tritt auf psychischem Gebiete dadurch in Erscheinung, dafs im zweiten Falle die Gröfse des simultan überschaubaren Feldes, durch den Gesichtswinkel gemessen, abnimmt. Die „Überschaubarkeit“ — so können wir uns kurz ausdrücken — ändert sich. Da sich nun eine weitere Gemeinsamkeit in allen diesen Fällen nicht auffinden liefs, so liegt vom Standpunkte der Theorie die Vermutung

nahe, dafs wir auf diesen Umstand auch unser Urteil gründen werden. Wir sahen in der Tat, dafs dies wahrscheinlich der Fall ist; doch konnten wir eine andersgeartete Erklärung der Beobachtungen dieses letzten Abschnittes nicht mit völlig zwingenden Gründen widerlegen.

§ 6.

Vielleicht ist jemand der Ansicht, dafs unsere Betrachtungen über die Psychophysik des A. F. G. durch die Ergebnisse dieses Abschnitts überflüssig geworden seien. Nach diesem hat es ja den Anschein — zu völliger Gewifsheit konnten wir in der Deutung der in diesem letzten Teil behandelten Tatsachen noch nicht gelangen —, dafs die gröfsere psychophysische Ausbreitung direkt selbst nicht für die Wahrnehmung der scheinbaren Gröfse mafsgebend sei, dafs sich vielmehr Nebeneindrücke einschieben, welche aus dem Zusammenwirken der Einstellungsweise der Aufmerksamkeit und dem durch die Netzhaut gelieferten Empfindungsmaterial ihren Ursprung nehmen.

Man könnte von hier aus versuchen, indem man sich lediglich an das Tatsächliche hielte, unter Umgehung aller psychophysischen Betrachtungen eine rein psychologische Ansicht von der Bedingtheit der scheinbaren Gröfse und den letzten Gründen des A. F. G. aufzubauen. Denn vielleicht, so könnte man meinen, ist das überschaubare Feld einfach eine Funktion des Konvergenz- oder des Akkommodationsgrades bzw. der mit diesen Bewegungsvorgängen immer oder fast immer verbundenen Empfindungen oder derjenigen Prozesse, welche man für das eigentlich verursachende Moment, die conditio sine qua non für das Auftreten des bei den Mikropsieversuchen und anderen Versuchen mit Mafsstabänderung eintretenden Effektes hält — mögen jene Empfindungen oder Prozesse nun in Muskel- oder Innervationsempfindungen bestehen, vielleicht auch in Innervationen oder in noch etwas anderem.

Die weitere Theorie des A. F. G. hätte dann — wenn es gestattet ist, einen Augenblick bei diesen mehr als hypothetischen Gedankengängen zu verweilen — darzulegen, wie es zu verschiedenen Einstellungsweisen der Aufmerksamkeit kommen kann, wenn der Akkommodations- und Konvergenzgrad geändert, oder ein anderer mit jenen Bewegungsvorgängen verbundener und einer Reihe von Abstufungsgraden fähiger Prozefs hinsichtlich

dieser Abstufungsgrade variiert wird. Man könnte, an einen Gedanken anknüpfend, welchen wir S. 111f. berührten, darauf hinweisen, dafs bei gleichem Gesichtswinkel ein nahes Feld nicht so viele verschiedene Objekte darbietet wie ein fernes, und dafs somit ein gröfserer Umfang des überschaubaren Feldes im Falle der Betrachtung naher Objekte zweckmäfsig erscheine. Infolgedessen, so würde man vielleicht weiter mutmafsen, könnten mit den verschiedenen Akkommodations- und Konvergenzgraden oder mit den Abstufungsgraden eines anderen, beim gewöhnlichen Sehen nach Mafsgabe der Entfernung der gesehenen Objekte abgestuften Prozesses verschiedene Einstellungsweisen der Aufmerksamkeit verknüpft sein.

Ebenso wie zum Verständnis des A. F. G. könnte man die Annahme der verschieden grofsen psychophysischen Ausbreitung als entbehrlich für das Verständnis der Vorgänge halten, welche sich bei der Vergleichung von Objekten von verschiedener scheinbarer Gröfse abspielen. Jene Nebeneindrücke, denen wir beim Zustandekommen des Vergleichs scheinbarer Gröfsen eine Rolle glaubten zuschreiben zu müssen, brauchten ja nicht letztlich der plötzlichen Änderung in der Ausbreitung der psychophysischen Erregung ihren Ursprung zu verdanken. Sie könnten vielmehr — wir betonen nochmals die gänzlich hypothetische Natur dieser Gedankengänge — auch dadurch zustandekommen oder vielmehr darin bestehen, dafs uns der Wechsel in den Einstellungsweisen unserer Aufmerksamkeit zu Bewufstsein kommt. Man würde weiter darauf hinzuweisen haben, dafs auch bei den Versuchen von SCHUMANN, bei denen der Gröfsenverschiedenheit eine wirkliche Verschiedenheit der Netzhautbilder zugrunde lag, der Vorgang des Gröfsenvergleichs von beobachtbaren Einstellungserscheinungen der Aufmerksamkeit begleitet ist, während sich über die etwaige Rolle der psychophysischen Ausbreitung wenigstens auf Grund der Beobachtung nichts aussagen läfst. Einstellungserscheinungen der Aufmerksamkeit würden somit unserem Urteil über wirkliche und über scheinbare Gröfsenverschiedenheit zugrunde liegen, und es bestände somit kein Grund, zwischen beiden Klassen von Vergleichsvorgängen eine prinzipielle Schranke aufzurichten.

Die Möglichkeit dieser rein psychologischen Deutung durfte nicht ganz mit Stillschweigen übergangen werden. Da man m. E. gerade in der Lehre von der Aufmerksamkeit vor Über-

raschungen nicht sicher ist, so muſs man sich in den mit dieser Funktion zusammenhängenden Gebieten die Bewegungsfreiheit in theoretischen Fragen nach allen Richtungen und gegenüber allen Eventualitäten, welche der Fortschritt der Forschung mit sich bringen kann, besonders sorgfältig wahren.

Einstweilen jedoch kann ich mich nicht dazu entschlieſsen, die früher der Psychophysik des A. F. G. gewidmeten Betrachtungen wesentlich zu modifizieren oder gar für überflüssig zu halten. Insbesondere möchte ich vorläufig im Gegensatz zu der skizzierten rein psychologischen Ansicht an der Annahme festhalten, daſs zwischen der Gröſse der psychophysischen Ausbreitung und dem Aubert-Foersterschen Phänomen, genauer dem materiellen Korrelat desselben, ein echtes Kausalverhältnis besteht, daſs die Gröſse der psychophysischen Ausbreitung nicht nur einen belanglosen Begleitumstand darstellt. — Hierzu bestimmt mich vor allem die folgende Erwägung.

Für das Aubert-Foerstersche Phänomen läſst sich eine psychophysische und auſserdem eine auch nicht unplausible rein psychologische Deutung angeben. Nun besteht, wie wir sahen (S. 327 f.), eine unverkennbare Analogie zwischen der durch die Änderung der scheinbaren Gröſse hervorgebrachten charakteristischen Modifikation der Empfindungen des Lichtsinns und den charakteristischen Modifikationen, welche Empfindungen und Vorstellungen ganz allgemein erfahren, wenn zu ausgedehnte Bezirke des Zentralorgans gleichzeitig in Tätigkeit versetzt werden. In Beziehung auf den letzteren allgemeinen Fall dürfte es aber zurzeit wohl als ein aussichtsloses Unternehmen erscheinen, für die charakteristische Modifikation der Empfindungen und Vorstellungen, die bei Zu- und Abnahme der gleichzeitig tätigen Partien des Zentralorgans eintritt, eine rein psychologische Deutung zu versuchen, jene Gröſsenänderungen der in Erregung versetzten Partien des Zentralorgans dagegen nur als einen für die Modifikation der Empfindungen und Vorstellungen nicht wesentlichen Begleitumstand zu erklären. In jenem allgemeinen Falle wird man wohl genötigt sein, mit Ebbinghaus die Art der Ausbreitung der psychophysischen Erregung für den Klarheitsgrad der Empfindungen und Vorstellungen verantwortlich zu machen. Der Nachweis einer rein psychologischen Bedingtheit der charakteristischen Modifikation der Empfindungen und Vorstellungen — ein Nachweis, welcher für den Fall des Aubert-Foersterschen Phänomens

allein nicht auf unüberwindliche Schwierigkeiten stoſsen würde — dürfte in jenem allgemeinen Falle wohl schwerlich zu erbringen sein. Hierzu kommt noch, daſs jene charakteristische Modifikation der Empfindungen und Vorstellungen nicht nur dann auftritt, wenn auſser den jene Empfindungen und Vorstellungen vermittelnden Hirnteilen noch zahlreiche andere sensorische Partien des Zentralorgans in Aktion treten, sondern auch dann, wenn die zu ausgedehnte Inanspruchnahme des Zentralorgans durch die Konkurrenz motorischer Funktionen, also wesentlich durch die Erteilung von Innervationen hervorgerufen wird. An den Nachweis eines psychologischen Kausalzusammenhangs zwischen der relativ zu starken motorischen Inanspruchnahme und der charakteristischen Modifikation, die die gleichzeitigen Empfindungen und Vorstellungen dadurch erfahren, dürfte schwerlich zu denken sein. — In Anbetracht der auffälligen Analogie der Modifikation der Empfindungen, von welcher das A. F. G. und das K. G. Rechenschaft gibt, mit jener charakteristischen Modifikation der Empfindungen und Vorstellungen, welche im genannten allgemeinen Falle auftritt, wäre es unangebracht, zur Deutung der erstgenannten Modifikation diejenige Erklärung heranzuziehen, welche nur auf sie, nicht aber auf den allgemeinen Fall passen würde, während sich doch auch der speziellere Fall, die Aubert-Foerstersche bzw. Kostersche Modifikation der Empfindungen, der für den allgemeinen Fall anscheinend unvermeidlichen Erklärung ganz gut fügt.

V. Abschnitt.

Über die psychischen Elemente der Gesichtswahrnehmungen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchung enthalten eine Nötigung, die herkömmliche Klassifikation der beim Zustandekommen der Gesichtswahrnehmungen beteiligten seelischen Elemente auf ihre Haltbarkeit zu prüfen. Die Projektionstheorie unterschied an dem Gesamterlebnis einer Gesichtswahrnehmung scharf zweierlei: 1. die Phänomene des Licht- und Farbensinns, also die Helligkeit, Farbe und Sättigung, in der wir die Dinge sehen; diese Teilinhalte des Gesamterlebnisses sind dem Bereich der Empfindungen zuzurechnen; 2. ist am Sehakt ein Vorgang beteiligt, welcher mit der sinnlichen Sphäre angeblich nichts zu tun hat: die Lichtempfindung wird in den Raum hinausprojiziert, hinausgeworfen; je weiter sie hinausprojizierzt wird, um so gröfser erscheint das Objekt. Die „reine Empfindung", deren Wesen sich in den Teilinhalten der Helligkeit, Qualität und Sättigung erschöpft, bleibt dabei unverändert. Otto Liebmann, der in einer Jugendarbeit[1] den prinzipiellen und philosophischen Gehalt der Projektionstheorie herausstellte, unterschied scharf zwischen dem „sensualen" und dem „intellektuellen Faktor" des Anblicks.

Aber auch bei Hering finden sich Stellen, welche darzutun scheinen, dafs der siegreiche Gegner der Projektionstheorie die scheinbare Gröfse gleichfalls als etwas Vorstellungsmäfsiges ansieht und sie den Empfindungen nicht zurechnen zu dürfen glaubt, während er denjenigen Gröfsenänderungen, die infolge einer Änderung des Netzhautbildes eintreten, unbedenklich Em-

[1] Über den objektiven Anblick. Stuttgart 1869. — Die an dieser Stelle und in den entsprechenden Kapiteln des Hauptwerkes „Zur Analysis der Wirklichkeit" gegebenen prinzipiellen Erörterungen haben die Gültigkeit der Projektionstheorie nicht notwendig zur Voraussetzung und sind darum keineswegs mit dem Schicksal jener Theorie verknüpft.

pfindungscharakter zuschreibt. „Dies Gröfser sehen des „doch „im Grunde gleichgrofs Empfundenen ist also im Vergleich „zum ganz primitiven Raumsehen ein sekundärer Prozefs. Der „Mafsstab, mit dem das Gesehene gleichsam abgeschätzt wird, ist „nun ein veränderlicher, obgleich die primitive Empfindung eigent- „lich dieselbe bleibt.“ [1]

Allgemein scheint also die Ansicht vorzuherrschen, dafs die scheinbare Gröfse nicht als ein empfindungsmäfsiger, sondern als ein urteilsmäfsiger Vorgang, als ein Prozefs des „Abschätzens“ aufzufassen sei. Die Teilinhalte Helligkeit, Qualität und Sättigung sind bei der Klassifikation der psychischen Elemente einem ganz anderen Bereich zuzurechnen als die scheinbare Gröfse. Es besteht darum auch zwischen den ersten drei der genannten Teilinhalte einerseits und dem letzten andererseits kein Verhältnis funktionaler Abhängigkeit, wie z. B. zwischen der Klangfarbe und den Einzeltönen oder zwischen der Qualität und der Helligkeit. Die scheinbare Gröfse, in der wir eine Farbfläche sehen, ist für die Teilinhalte der Helligkeit, Qualität und Sättigung ganz gleichgültig; diese Teilinhalte bleiben bei Änderung der scheinbaren Gröfse ganz ebenso unverändert, wie die von einem Stabe herrührenden Lichtempfindungen dieselben sind, wenn ich ihn in zwei verschiedenen Zeitmomenten infolge einer ungleichen Konstellation meines höheren Seelenlebens verschieden grofs schätze, während die der Lichtempfindung zugrunde liegenden physikalischen und physiologischen Vorgänge — die Helligkeit der Beleuchtung, der Adaptationszustand usw. — unverändert bleiben; das Sehen der scheinbaren Gröfse ist ja nach der verbreitetsten Ansicht nichts anderes als ein Vorgang der Abschätzung.

Die Einsicht in die wahre Natur des Aubert-Foersterschen und des Kosterschen Phänomens, welche sich im Laufe dieser Untersuchung ergab, nötigt zu einer Modifikation der soeben angedeuteten herrschenden Ansicht. Ebensowenig wie die Teilinhalte Helligkeit, Qualität und Sättigung unabhängig voneinander variiert werden können, ebensowenig läfst eine Änderung der scheinbaren Ausdehnung die drei erstgenannten Teilinhalte unberührt.

Freilich zeigen die Tatsachen der Gedächtnisfarbe, dafs auch

[1] Beiträge z. Physiologie S. 328.

unter dem Einflufs von Vorstellungen eine Änderung der Elemente des Lichtsinns auftreten kann, und somit scheint durch unsere Untersuchung die Ansicht noch nicht erschüttert zu sein, dafs das Sehen der scheinbaren Gröfse lediglich in einem Vorstellungs- oder Urteilsprozefs bestehe. Allein wir mufsten diejenige Interpretation des Kosterschen Phänomens, welche die Tatsache der Gedächtnisfarbe heranzieht, ablehnen (vgl. S. 146ff.).

Vorstehender Darlegung kann jedoch der Einwand nicht erspart bleiben, dafs sie das Experiment übersehe, durch welches Hering „den Widerstreit der reinen Empfindung gegen das „Gröfsersehen des Ferneren“ und somit die Verschiedenheit beider Klassen von Gröfsenerlebnissen durch ein Experiment zu erweisen sucht.“ Bringt man eine an jedem Ende mit einem Kügelchen versehene Stricknadel nahezu horizontal in die Medianebene und sucht man mit dem Auge den Punkt der Nadel, bei dessen Fixation das Doppelbild des ferneren Kügelchens gerade dicht über dem das näheren erscheint, so ist man sich sehr wohl bewufst, dafs der Empfindung zwei gleich grofse Differenzen gegeben sind; trotzdem glaubt man die Distanz der ferneren Trugbilder sehr viel gröfser zu sehen als die der näheren, auch durchschneiden sich hierbei die Trugbilder der Nadel anscheinend durchaus nicht in ihrer Mitte, sondern die beiden jenseits des Kernpunktes liegenden Schenkel scheinen länger zu sein als die diesseits gelegenen.

Mir will nun scheinen, dafs der Erfolg der Beobachtung in hohem Mafse von der Aufmerksamkeitsrichtung abhängt. Umspannt man die beiden Strecken gleichzeitig mit der Aufmerksamkeit, achtet man darauf, dafs ihre Endpunkte unmittelbar übereinanderfallen, so drängt sich einem das Gleichheitsurteil auf. Läfst man dagegen die Aufmerksamkeit zwischen den beiden Strecken hin- und herschweifen, so ist der Unterschied in der scheinbaren Gröfse nicht zu verkennen. Ein eigentlicher Widerstreit, in dem Sinne, dafs gleichzeitig der Eindruck der Gleichheit und der Verschiedenheit gegeben ist, scheint mir nicht vorzuliegen. Der Verschiedenheit des Eindrucks liegt eine Verschiedenheit der inneren Verhaltungsweisen zugrunde. Diese Verschiedenheit der Verhaltungsweisen könnte nun aber die Empfindungen möglicherweise sehr wohl modifizieren und damit bewerkstelligen, dafs in beiden Zeitmomenten tatsächlich verschiedene Empfindungen auftreten.

Auf dem Boden der Lehre, nach der sich beim Sehen der scheinbaren Gröfse der primitiven Empfindung ein ganz andersartiges seelisches Element, eine Vorstellung oder ein Urteil, unterschiebt, hätte man auch zu erwarten, dafs die Gröfse, in der das Fernere erscheint, ausschliefslich durch die Vorstellung, welche man von dem betreffenden Gegenstand hat, bestimmt sein werde. Nun hat aber schon die Arbeit von MARTIUS und insbesondere HILLEBRANDS Untersuchung dargetan, dafs die tatsächlich gesehene scheinbare Gröfse immer die Mitte hält zwischen dem, was man erwarten würde, wenn die scheinbare Gröfse ausschliefslich durch das geometrische Verhältnis der Dimensionen im Netzhautbild bestimmt wäre, und andererseits zwischen dem, was einträte, wenn ausschliefslich die Vorstellungen die Mafsstäbe bestimmten; die Sehgröfse gibt also sicher nicht einfach die vorgestellte Gröfse wieder, sondern sie stellt höchstens einen Kompromifs zwischen Vorstellung und Empfindung dar.

Es liegt somit nahe, die Sehgröfse als ein Produkt derjenigen Art von Verbindung seelischer Elemente aufzufassen, welche man als „Verschmelzung" bezeichnet. Eine Verschmelzung tritt dann ein, wenn zwei Inhalte bei ihrer Vereinigung einen neuen, von beiden Einzelinhalten verschiedenen Gesamteindruck bilden, hinter welchem sie selbst mehr oder weniger zurücktreten. Mit mehr oder weniger grofser Mühe gelingt es der Analyse, die Einzelinhalte im Gesamterlebnis wiederzuerkennen. Hierbei ist das Haupthilfsmittel der Analyse die Erzeugung einer bestimmten Richtung der Aufmerksamkeit; so tritt bei der Klanganalyse ein bestimmter Ton um so leichter heraus, mit um so gröfserer Deutlichkeit er zuvor vorgestellt wurde. Mache ich nun im Gebiete der Sehgröfse das analoge Experiment, suche ich mir also während der Betrachtung eines fernen Objektes die Gröfse vorzustellen, welche dieses Objekt bei der Betrachtung aus der Nähe besitzt,[1] so verhilft mir diese Verhaltungsweise keineswegs dazu, in der Wahrnehmung der scheinbaren Gröfse jenes Objektes ein in diesem Erlebnis angeblich enthaltenes psychisches Element deutlicher hervortreten zu lassen; jene Verhaltungsweise bewirkt vielmehr, dafs sich die Aufmerksamkeit von dem zu betrachtenden Objekt überhaupt abwendet, und dafs das zu analysierende Ge-

[1] Diese Gröfse pflegt man ja zu meinen, wenn man von vorgestellter Gröfse redet.

samterlebnis unserem Bewufstsein mehr oder weniger vollkommen entschwindet. Nach allem, was wir von dem die Inhalte unseres Bewufstseins fördernden Einflufs der Aufmerksamkeit wissen, könnte das Gesamterlebnis bei Einstellung der Aufmerksamkeit auf die vorgestellte Gröfse unserem Bewufstsein unmöglich entschwinden, wenn jene Einstellung einem in dem Gesamterlebnis enthaltenen Teilelement gälte, d. h. wenn die betreffende Vorstellung als Teilelement in dem Gesamterlebnis der Sehgröfse enthalten wäre.

Das Gesamtresultat vorstehender Erwägungen besteht in der Einsicht, dafs die Lehre, wonach zu unterscheiden ist zwischen einer Gröfsenwahrnehmung, die Empfindungscharakter besitzt, und einer davon wesentlich verschiedenen Gröfsenwahrnehmung, die entweder zur Klasse der Vorstellungen gehört oder ein Verschmelzungsprodukt einer Empfindung mit einer Vorstellung darstellt, nicht aufrecht erhalten werden kann. Über diese negativen Bestimmungen hinaus können wir auf Grund unserer eigenen Untersuchungen zu der weiteren Behauptung fortschreiten, dafs die Schranke, welche man zwischen retinalbemessener und scheinbarer Gröfse gewöhnlich aufrichtet, indem man diese Erlebnisse zwei wesentlich verschiedenen Gattungen seelischer Elemente zurechnet, fallen mufs. Dies ergibt sich aus der folgenden Überlegung.

Die Frage nach den letzten Ursachen des Aubert-Foersterschen und des Kosterschen Phänomens können wir nicht in eindeutiger Form, sondern nur durch Angabe einer Alternative beantworten, welche gleich derjenigen, in die die Analyse der klinischen Erscheinungen ausmündete, drei Glieder besitzt.

Gibt es keine besondere Aufmerksamkeitsfunktion, so kann das Aubert-Foerstersche und das Kostersche Phänomen nur darauf beruhen, dafs die Elemente der Lichtempfindung in den verglichenen Konstellationen ungleich ausfallen, und diese Ungleichheit kann nach unseren früheren Ausführungen nur mit der verschieden weiten Ausbreitung der Erregung zusammenhängen (vgl. S. 321 ff.). Gibt es aber eine besondere Aufmerksamkeitsfunktion, so kann die trotz der Gleichheit der Netzhautbilder in den verglichenen Konstellationen hervortretende Verschiedenheit wiederum in zweifacher Weise erklärt werden. Wenn die Aufmerksamkeit das Empfindungsmaterial bei der einen Konstellation besser verarbeiten kann als bei der anderen, so kann das einmal an einer

Verschiedenheit des Empfindungsmaterials in den beiden Konstellationen liegen, und diese Verschiedenheit kann wohl nur mit einer verschieden weiten Ausbreitung der Erregungen zusammenhängen (vgl. S. 321 ff.). Entspricht nun aber im Sinne der eben genannten beiden Erklärungen der gesehenen Gröſse, gleichgültig, ob die Variierung durch Änderung der wirklichen (Netzhautbild-)Gröſse oder durch Änderung der scheinbaren Gröſse erfolgt, die Ausbreitung der psychophysischen Prozesse, so sehen wir uns genötigt, der von STUMPF vertretenen Lehre zuzustimmen, daſs die Gröſse ein Teilinhalt der Lichtempfindung ist, und wir haben ferner diesen Satz auch auf das Erlebnis der scheinbaren — nach der traditionellen Ansicht nur vorgestellten — Gröſse zu übertragen. So wahr eine materielle Erregung nicht ohne eine gewisse Ausbreitung bestehen kann, so wahr ist die Gröſse, die retinalbemessene wie die scheinbare, ein mit der Lichtempfindung gegebener und von ihr unabtrennbarer Teilinhalt. Die Schranke, welche man zwischen empfundener und vorgestellter Gröſse aufzurichten pflegt, würde dann natürlich wegfallen; stets ist das Gröſsenerlebnis ein Teilinhalt der Lichtempfindung und mit dieser unabtrennbar verbunden. — Soviel über die zweite Erklärungsmöglichkeit des Phänomens, welche annimmt, daſs es zwar eine besondere Aufmerksamkeitsfunktion gibt, daſs aber die Verschiedenheit der Phänomene in den Konstellationen auf einer Verschiedenheit des Empfindungsmaterials beruht.

Drittens könnte nun aber die Verschiedenheit daher rühren, daſs zwar das Empfindungsmaterial gleich ist, daſs aber die Aufmerksamkeit in beiden Konstellationen eine verschiedene Einstellung besitzt (S. 376 ff.). Bei der Durchführung dieses Gedankens knüpften wir an die bei der Änderung der scheinbaren Gröſse zu beobachtenden Eindrücke an. Da aber diese Eindrücke eine enge Verwandtschaft mit den von SCHUMANN beschriebenen Eindrücken aufweisen, die bei der Änderung der wirklichen, d. h. der Netzhautbildgröſse auftreten, so erscheint auch vom Standpunkte dieser dritten Erklärung des AUBERT-FOERSTERschen Gesetzes aus die Unterscheidung zwischen zwei prinzipiell verschiedenen Gröſsenerlebnissen — einer empfundenen und einer nur vorgestellten Gröſse — ungerechtfertigt.

Am Abschluſs der vorliegenden Untersuchung drängt sich uns eine Ansicht vom Wesen der scheinbaren Gröſse mit über-

zeugender Wahrscheinlichkeit auf, welche von der herkömmlichen Lehre erheblich abweicht. Allerdings ist das Tatsachenmaterial, welches zur Frage nach dem Wesen der Sehgröfse Beziehung besitzt, noch keineswegs vollständig gesammelt, und jene Ansicht wird daher noch oftmals von neuem zu kontrollieren sein.

Soviel glaubten wir mit einiger Bestimmtheit sagen zu dürfen, dafs die scheinbare Gröfse empfunden wird, und dafs es nicht berechtigt ist, im Gebiete der Gesichtswahrnehmungen zwischen empfundener und vorgestellter Gröfse zu unterscheiden. Es gibt hier nicht zwei prinzipiell verschiedene Klassen von Gröfsenerlebnissen, sondern es gibt deren nur eine Klasse. Halten wir dieses Ergebnis zum Schlufs einmal mit den Befunden von URBANTSCHITSCH[1] zusammen. Nach den Untersuchungen dieses Forschers besitzen gewisse Personen die Fähigkeit, Bilder, welche sie eine Zeitlang betrachtet haben, nach Augenschlufs mit halluzinatorischer Deutlichkeit vor sich zu sehen. Aus einer Reihe von Tatsachen geht nun hervor, dafs diese subjektiven optischen Anschauungsbilder von den Erinnerungsbildern, d. h. von den Vorstellungen, scharf zu scheiden sind. Um das subjektive Anschauungsbild deutlich zu sehen, mufs der Beobachter die Aufmerksamkeit von der Sphäre der Vorstellungen hinweg und gewissermafsen nach aufsen richten. Ferner ereignet sich nach U. nicht selten folgender Fall. Der Beobachter vermag auf Grund der Erinnerung über gewisse Einzelheiten der betrachteten Vorlage keine Auskunft mehr zu geben; er konzentriert nun die Aufmerksamkeit auf die betreffende Stelle des subjektiven Anschauungsbildes, sieht die dort befindlichen Einzelheiten und gibt sie richtig und ohne Zögern an. Wird als Vorlage zur Erzeugung des Anschauungsbildes eine einfache Frage benutzt, so erscheint bei einzelnen Personen im Anschauungsbild neben der Frage nach einiger Zeit die Antwort. Wenn auch der Versicherung der Vp., dafs sie ihre Aufmerksamkeit hierbei ununterbrochen nur dem Bilde zugewandt und sich mit der Beantwortung der Frage bewufsterweise gar nicht beschäftigt habe, keine allzugrofse Beweiskraft beigemessen werden darf, weil ein Wechsel in der Aufmerksamkeitsrichtung leicht unbemerkt bleibt, so scheint doch die Art, in der die Antworten auftauchen, dafür zu sprechen, dafs die Antworten nicht Vorstellungen, son-

[1] Über subjektive optische Anschauungsbilder. Leipzig u. Wien 1907.

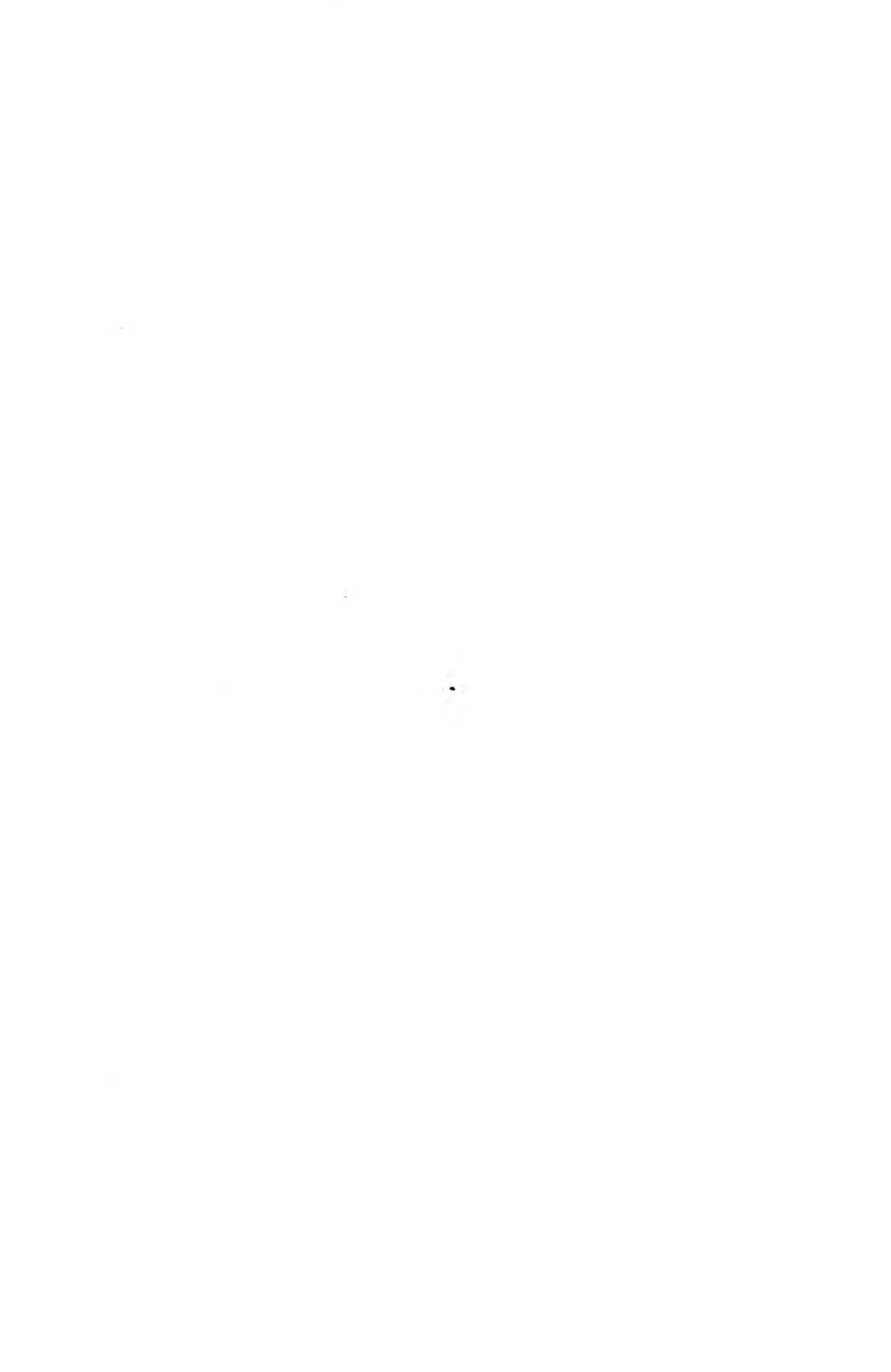
dern *Empfindungen* sind. Von dem Worte, mit dem das Anschauungsbild antwortet, tauchen zunächst nur vereinzelte, oft weit voneinander getrennte Buchstaben auf. Die Vp. ist in diesem Stadium zuweilen neugierig, welche Antwort kommen wird. Hat sich die Vp. auch im bewufsten Denken mit der Beantwortung der Frage beschäftigt, so ist die bewufsterweise, d. h. die von den Vorstellungen gegebene Antwort, zuweilen verschieden von derjenigen, welche das Anschauungsbild liefert. Eine falsche Antwort des Anschauungsbildes läfst sich häufig durch die bewufste richtige Vorstellung nicht unterdrücken. Alle diese Tatsachen weisen darauf hin, dafs die Anschauungsbilder *nicht Vorstellungen*, sondern *Empfindungen* sind, und dafs somit bereits die der Empfindung dienenden Korrelate *eine Art von Gedächtnis* besitzen. Dafs auch Assoziationen wirksam werden können, welche nicht unmittelbar zuvor, sondern vor längerer Zeit gestiftet wurden, ergibt sich daraus, dafs einem Mittelschüler durch Erzeugung des subjektiven Anschauungsbildes der betreffenden Fragen Geschichtskenntnisse entlockt werden konnten, welche derselbe mit Hilfe des gewöhnlichen (Vorstellungs-)Gedächtnisses nicht mehr zu reproduzieren vermochte.

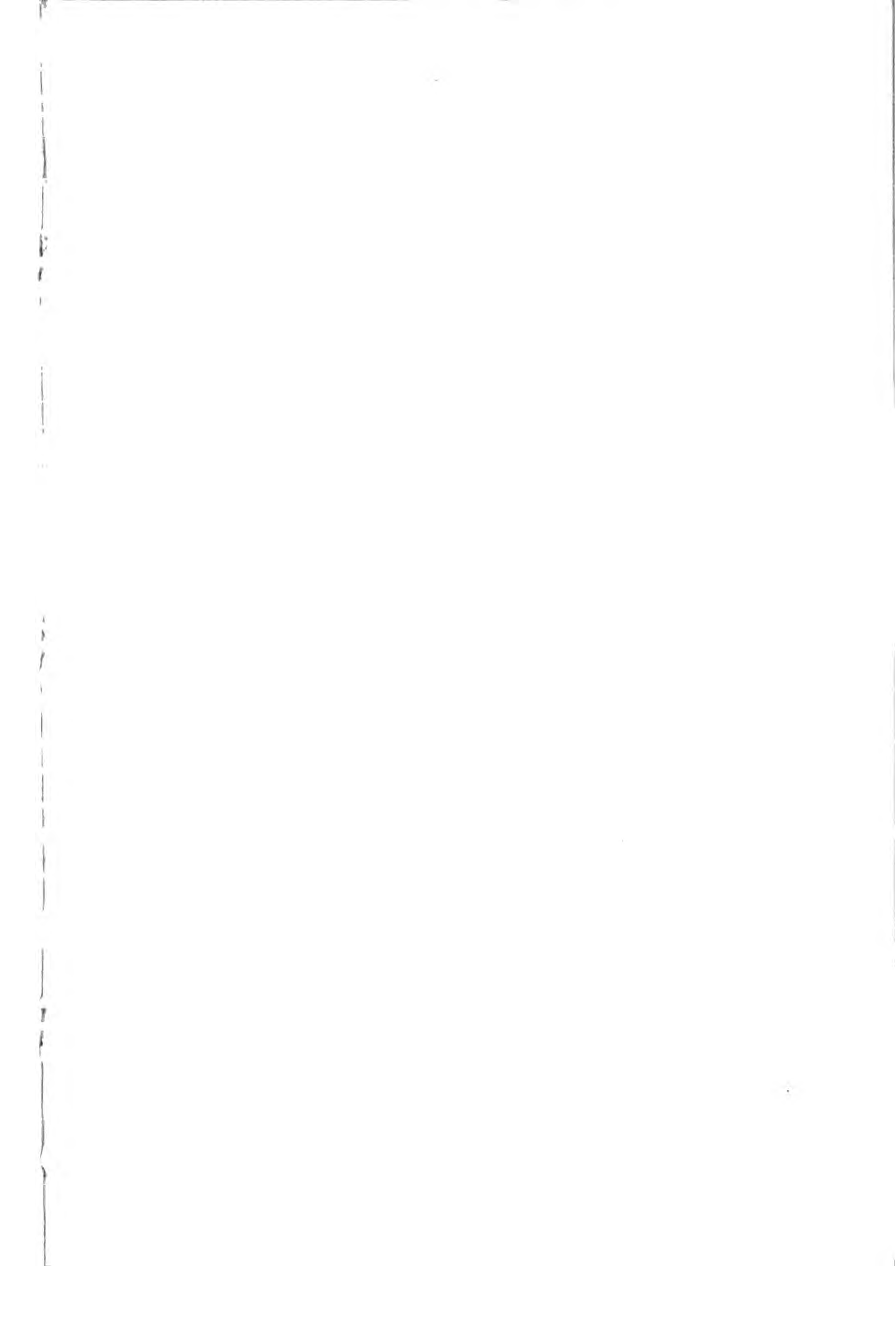
Sicherlich sind die subjektiven Anschauungsbilder nicht bei allen Individuen in deutlicher Form zu erzeugen. Den übrigen aber wird jene Fähigkeit wahrscheinlich *nicht im absoluten Sinne* fehlen; vermutlich handelt es sich nur um sehr weitgehende graduelle Abstufungen. Ich selbst z. B. vermag nach Vorlage ein deutliches Anschauungsbild nicht hervorzubringen; wohl aber hat mich seit früher Knabenzeit die Tatsache in Erstaunen versetzt, dafs ich an Wintertagen oftmals auf der Seite eines Buches, in dem ich lese, eine unausgesetzte Bewegung zu bemerken glaube, ganz ähnlich der der draufsen niedergehenden Flocken; nach einem Gang im Freien kann mich die Erscheinung eine halbe Stunde und länger belästigen, ohne dafs ich in der Zwischenzeit nach dem Fenster geblickt hätte. *Vermutlich beruht auch die scheinbare Gröfse auf dem Gedächtnis der Korrelate der Empfindung.* Es wäre dann verständlich, dafs die Sehgröfse gleich den subjektiven optischen Anschauungsbildern Empfindungscharakter besitzt. Wir brauchen nicht daran Anstofs zu nehmen, dafs die subjektiven Anschauungsbilder nur bei *wenigen* Individuen in *deutlicher* Form zu er-

zeugen sind. Die Wahrnehmung der scheinbaren Gröſse wird bei weitem kein so leistungsfähiges Sinnengedächtnis erfordern, wie die Erzeugung der subjektiven Anschauungsbilder. Bei den letzteren tritt an das Sinnengedächtnis die Forderung heran, eine einmal, wenn auch während längerer Zeit dargebotene Vorlage zu reproduzieren. Tausendfältig dagegen wiederholen sich die Erfahrungen, welche den subjektiven Maſsstab des Sehraums bestimmen. Das genauere Eingehen auf den Mechanismus dieses Vorgangs möchten wir späteren Untersuchungen vorbehalten.

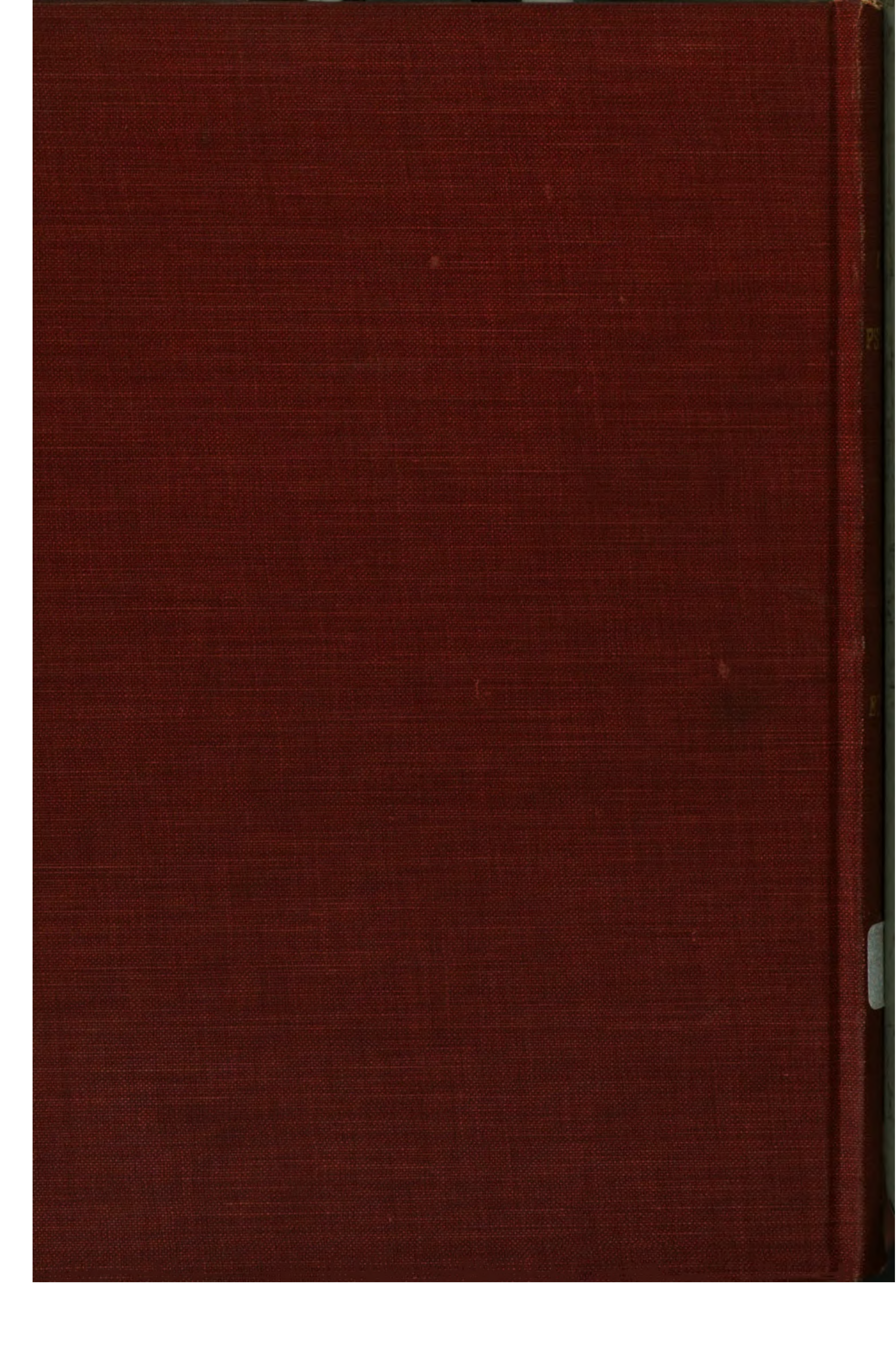
Druck von Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

öfse wird be
dern, wie die
en letzteren
ne einmal
ge zu repro-
sich die Er
hraums be-
mus dieses
ehalten.









PAGE NOT AVAILABLE

zeugen sind. Die Wahrnehmung der scheinbaren Gröſse wird bei weitem kein so leistungsfähiges Sinnengedächtnis erfordern, wie die Erzeugung der subjektiven Anschauungsbilder. Bei den letzteren tritt an das Sinnengedächtnis die Forderung heran, eine einmal, wenn auch während längerer Zeit dargebotene Vorlage zu reproduzieren. Tausendfältig dagegen wiederholen sich die Erfahrungen, welche den subjektiven Maſsstab des Sehraums bestimmen. Das genauere Eingehen auf den Mechanismus dieses Vorgangs möchten wir späteren Untersuchungen vorbehalten.

Druck von Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

